



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LINCOLN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

TAYUPANDA MOROCHO BYRON PATRICIO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2015

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2014-04-16

Yo recomiendo que la Tesis presentada por:

BYRON PATRICIO TAYUPANDA MOROCHO

Titulada:

**“REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
LINCOLN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

Se acepta como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Marco Santillán Gallegos
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Eduardo Villota Moscoso
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Carlos Álvarez Pacheco
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: BYRON PATRICIO TAYUPANDA MOROCHO

TÍTULO DE LA TESIS: “REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA LINCOLN DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Fecha de Examinación: 2015-04-28

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Eduardo Villota Moscoso DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Carlos Álvarez Pacheco ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Byron Patricio Tayupanda Morocho

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios guía y protector de mi vida, quien me ha dado fortaleza para continuar firme ante toda adversidad.

A mis padres y hermanos quienes con su apoyo incondicional me motivaron a seguir luchando para culminar mi carrera.

A mi novia Lorena, quien con respeto, amor y comprensión, compartió conmigo momentos de alegrías y tristezas.

Byron Tayupanda Morocho

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios creador del universo, por haberme dado la fortaleza y sabiduría para culminar una meta más en mi vida.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional durante mi vida y formación profesional, a mis hermanos que a la distancia siempre estuvieron para ayudarme.

A la ESPOCH, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por acogerme como estudiante que aspiraba cumplir una meta y darme la oportunidad de educarme en esta prestigiosa institución, además por incentivarme a la investigación con el fin de que mi desempeño en la vida laboral sea excelente.

Al Ing. Eduardo Villota director de tesis y al Ing. Carlos Álvarez asesor de tesis, quienes con su profesionalismo, experiencia y amistad supieron encaminar mi esfuerzo para culminar este trabajo.

Y por último a mis amigos quienes me acompañaron y ayudaron durante mi etapa universitaria.

Byron Tayupanda Morocho

CONTENIDO

	Pág.
1 INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general.</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos:</i>	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Organización del trabajo	3
2.1.1 <i>Pasos para organizar el trabajo</i>	3
2.2 Diagramas de métodos de trabajo	4
2.2.1 <i>Diagrama del proceso.</i>	4
2.2.2 <i>Diagrama de flujo del proceso.</i>	5
2.2.3 <i>Diagrama de recorrido.</i>	6
2.2.4 <i>Pasos para realizar un diagrama de proceso y de recorrido</i>	6
2.3 Diseño de la planta	7
2.3.1 <i>Objetivos del diseño de la planta.</i>	7
2.4 Distribución de planta	8
2.4.1 <i>Objetivos de la distribución</i>	8
2.4.2 <i>Tipos de distribución en planta</i>	9
2.4.2.1 <i>Distribución en línea o por producto.</i>	9
2.4.2.2 <i>Distribución funcional o por proceso.</i>	9
2.4.2.3 <i>Distribución por componente fijo.</i>	10
2.4.3 <i>Tipos de producción</i>	10
2.4.3.1 <i>Producción de tipo continuo</i>	10
2.4.3.2 <i>Producción de tipo repetitivo o producción en serie.</i>	10
2.4.3.3 <i>Producción intermitente o bajo pedido.</i>	11
2.4.4 <i>Distribuciones parciales.</i>	11
2.4.4.1 <i>Tablas de doble entrada.</i>	11
2.4.4.2 <i>Tablas triangulares.</i>	11
2.4.4.3 <i>Diagrama de proximidad.</i>	12
2.5 Estudios de tiempos	13
2.5.1 <i>Herramientas para el estudio de tiempos.</i>	14
2.5.2 <i>Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos.</i>	15
2.5.3 <i>Cálculo del número de observaciones.</i>	16
2.5.3.1 <i>Método estadístico.</i>	16
2.5.3.2 <i>Método tradicional.</i>	17
2.5.4 <i>Cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo.</i>	19
2.6 Costos	19
2.6.1 <i>Diferencia entre ingreso y gasto</i>	20
2.6.2 <i>Clasificación de los costos.</i>	20
2.6.2.1 <i>Por su identificación con el producto</i>	20
2.6.2.2 <i>Por su comportamiento en el volumen de la producción.</i>	20
2.6.3 <i>Punto de equilibrio.</i>	20
2.6.3.1 <i>Métodos para obtener el punto de equilibrio.</i>	21
3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA LINCOLN	
3.1 Reseña histórica	23
3.2 Localización.....	24
3.3 Base legal.....	24

3.4	Estructura administrativa	26
3.4.1	<i>Organigrama administrativo</i>	26
3.4.2	<i>Organigrama funcional</i>	27
3.5	Misión	28
3.6	Visión	28
3.7	Productos	28
3.7.1	<i>Características de los productos</i>	29
3.7.1.1	<i>Cocina industrial</i>	29
3.7.1.2	<i>Horno industrial</i>	30
3.8	Análisis de la producción	30
3.8.1	<i>Descripción general del proceso</i>	30
3.8.2	<i>Planificación y control de la producción</i>	31
3.8.3	<i>Puestos de trabajo</i>	32
3.8.3.1	<i>Medición</i>	32
3.8.3.2	<i>Corte</i>	32
3.8.3.3	<i>Doblado</i>	33
3.8.3.4	<i>Armado</i>	33
3.8.3.5	<i>Soldadura y remachado</i>	34
3.8.3.6	<i>Pintura</i>	35
3.8.3.7	<i>Acabados</i>	35
3.8.4	<i>Materia Prima</i>	35
3.8.5	<i>Maquinaria y equipo</i>	36
3.9	Estudio del método de trabajo en la producción	40
3.9.1	<i>Diagramas de flujo del proceso</i>	40
3.9.2	<i>Diagramas de recorrido</i>	40
3.10	Análisis de la distribución de planta	41
3.10.1	<i>Relación de puestos de trabajo</i>	41
3.10.2	<i>Diagramas de proximidad</i>	41
3.10.3	<i>Distribución de la planta de producción</i>	42
3.11	Estudio de tiempos en la producción	43
3.11.2	<i>Cálculo del tiempo tipo para la medición de la carcasa de la cocina</i>	43
3.11.3	<i>Cálculo del tiempo tipo para la medición de la carcasa del horno</i>	47

4 PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

4.1	Estructura administrativa propuesta.....	52
4.1.1	<i>Organigrama administrativo propuesto</i>	52
4.1.2	<i>Organigrama funcional propuesto</i>	53
4.2	Propuesta para el proceso de producción.....	54
4.2.1	<i>Modificación de la operación de medición de las carcasas de los productos</i>	54
4.3	Propuesta de tiempos en la producción	56
4.3.1	<i>Propuesta para el puesto conflictivo</i>	56
4.3.2	<i>Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa de la cocina</i>	56
4.3.3	<i>Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa del horno</i>	58
4.4	Distribución de planta propuesta	60
4.4.1	<i>Tipo de fabricación</i>	60
4.4.2	<i>Estudio de la distribuciones parciales</i>	60
4.4.3	<i>Dimensionamiento de áreas por puesto de trabajo y general</i>	66
4.4.4	<i>Propuesta de la distribución de la planta de producción</i>	66
4.5	Análisis de los factores de diseño de la planta.....	66
4.6	Análisis de los factores para la distribución de la planta	67
4.7	Propuesta del método de trabajo en la producción	68
4.7.1	<i>Diagramas de flujo del proceso propuestos</i>	68
4.7.2	<i>Diagramas de recorrido propuestos</i>	69

5.	ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO	
5.1	Costos de producción actual.....	70
5.1.1	<i>Determinación del costo unitario para la producción actual.</i>	70
5.1.2	<i>Cálculo de la utilidad para la producción actual.</i>	73
5.1.3	<i>Punto de equilibrio de la producción actual.....</i>	74
5.2	Costos de producción propuestos.....	75
5.2.1	<i>Determinación del costo unitario para la producción propuesta.</i>	76
5.2.2	<i>Cálculo de la utilidad para la producción propuesta.....</i>	77
5.2.3	<i>Punto de equilibrio de la producción propuesta</i>	77
5.3	Análisis comparativo de la producción actual y la propuesta.	78
5.4	Rentabilidad	79
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones	80
6.2	Recomendaciones	81

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Símbolos estandares para diagramas de procesos.....	5
2. Tabla de doble entrada.....	12
3. Tabla triangular o diagrama de relaciones.....	13
4. Formulario de estudio de movimientos.....	15
5. Etapas del estudio de tiempos.....	16
6. Tabla para cálculo del número de observaciones.....	18
7. Localización de la empresa Lincoln.....	24
8. Características de la cocina industrial Lincoln.....	29
9. Características del horno industrial Lincoln.....	30
10. Maquinaria y equipo.....	36
11. Relación actual de los puestos de trabajo.....	41
12. Simograma para la medición de la carcasa de la cocina.....	45
13. Variación de los elementos de la cocina.....	46
14. Lecturas del cronómetro de la cocina.....	46
15. Simograma para la medición de la carcasa del horno.....	49
16. Variación de los elementos del horno.....	50
17. Lecturas del cronómetro del horno.....	50
18. Simograma propuesto para la medición de la carcasa de la cocina.....	57
19. Simograma propuesto para la medición de la carcasa del horno.....	59
20. Porcentaje de producción de los productos.....	60
21. Movimientos en la fabricación del producto A.....	61
22. Movimientos en la fabricación del producto B.....	61
23. Tabla triangular del producto A.....	62
24. Tabla triangular del producto B.....	62
25. Tabla triangular de movimientos ponderados del producto A y B.....	63
26. Resumen de movimientos.....	64
27. Área por puestos de trabajos.....	66
28. Producción mensual actual.....	70
29. Depreciaciones mensuales.....	71
30. Materia prima actual de la cocina.....	71
31. Materia prima actual del horno.....	71
32. Insumos de la cocina.....	71
33. Insumos del horno.....	72
34. Sueldos y salarios.....	72
35. Servicios básicos.....	72
36. Costos fijos actuales.....	73
37. Costos variables actuales de la cocina.....	73
38. Costos variables actuales del horno.....	73
39. Costo total actual.....	73
40. Porcentaje de utilidad actual.....	73
41. Precio de venta total de la situación actual.....	74
42. Producción mensual propuesta.....	75
43. Materia prima propuesta de la cocina.....	76
44. Materia prima propuesta del horno.....	76
45. Costos variables propuestos de la cocina.....	76
46. Costos variables propuestos del horno.....	76
47. Costo total propuesto.....	77
48. Porcentaje de utilidad propuesta.....	77
49. Precio de venta total de la propuesta.....	77
50. Ingresos y utilidad para la producción actual.....	78
51. Ingresos y utilidad para la producción propuesta.....	79

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Planta de cromatografía en lecho móvil simulado con fluidos supercríticos.....	8
2. Distribución por producto para los artículos A, B, C y D	9
3. Distribución por proceso para los artículos A, B, C y D.....	10
4. Diagrama de proximidad	13
5. Cronómetro eléctrico	14
6. Solución gráfica del punto de equilibrio	21
7. Empresa Lincoln.....	23
8. Logotipo de la empresa Lincoln.....	25
9. Organigrama administrativo de la empresa Lincoln	26
10. Organigrama funcional de la empresa Lincoln.....	27
11. Proceso general de elaboración de los productos	31
12. Mesa de medición	32
13. Guillotina industrial.....	33
14. Dobladora industrial	33
15. Área de armado y acabados.....	34
16. Mesa de armado	34
17. Proceso de soldadura MIG	35
18. Área de pintura.....	35
19. Guillotina industrial NIAGRA.....	37
20. Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII	38
21. Soldadora MIG LINCOLN ELECTRIC	38
22. Soldadora eléctrica LINCOLN ELECTRIC	39
23. Troqueladora MONTERO	39
24. Compresor GUEG	40
25. Diagrama de proximidad de la planta alta.....	42
26. Diagrama de proximidad de la planta baja.....	42
27. Trazos de medición para la carcasa de la cocina	44
28. Trazos de medición para la carcasa del horno	48
29. Organigrama administrativo propuesto de la empresa Lincoln	52
30. Organigrama funcional propuesto de la empresa Lincoln	53
31. Plantilla de la bandeja de la cocina industrial	54
32. Trazos de las piezas de la carcasa de la cocina con plantilla	55
33. Trazos de las piezas de la carcasa del horno con plantilla	55
34. Diagrama de proximidad propuesto teórico	64
35. Diagrama de proximidad propuesto real de la planta alta	65
36. Diagrama de proximidad propuesto real de la planta baja	65

LISTA DE ABREVIACIONES

%suplementos	Porcentaje de Suplementos
ASME	Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos
CF	Costos Fijos
CV	Costos Variables
CVu	Costo Variable Unitario
MIG	Gas Inerte de Metal
N	Número de ciclos de tomados
PEM	Punto de Equilibrio en Unidades Monetarias
PEV	Punto de Equilibrio en Unidades de Ventas
PV	Precio de Venta
PVu	Precio de Venta Unitario
R	Rango
SCADA	Supervisión, Control y Adquisición de Datos
Tmedio	Tiempo Medio
Tnormal	Tiempo Normal
Ttipo	Tiempo Tipo

LISTA DE ANEXOS

- A** Productos que produce la empresa Lincoln
- B** Diagramas de flujo de proceso de la cocina y el horno
- C** Diagramas de flujo de proceso propuestos de la cocina y el horno

LISTA DE PLANOS

- A** Diagramas de recorrido de la cocina y el horno
- B** Distribución de la planta
- C** Plantillas de las piezas de la carcasa para la cocina y el horno
- D** Distribución final de la planta
- E** Diagramas de recorrido propuestos de la cocina y el horno

RESUMEN

Con la finalidad de disminuir tiempos de producción y aumentar la productividad, se ha propuesto realizar la reorganización de la planta de producción en la empresa Lincoln, para la fabricación de cocinas industriales de 3 quemadores y hornos industriales.

Mediante el análisis de la situación actual, se realizó el estudio del método de trabajo y se determinó el tiempo de producción de 12 h 57 min 36 s para elaborar 12 cocinas y 19 h 11 min 24 s para elaborar 8 hornos. Así mismo, se realizó el estudio de tiempos en el puesto de trabajo "Mesa de medir", para la operación de medir las carcasas de los equipos, debido al excesivo tiempo de la operación y al desperdicio de materia prima.

Para la mejora del puesto de trabajo "Mesa de medir", se implementaron plantillas para disminuir el tiempo de la operación de medir. Este tiempo se redujo de 2 h 59 min a 3,46 min para la cocina y de 2 h 58 min a 2,33 min para el horno. La nueva distribución de planta, se realizó con estudio de las distribuciones parciales, obteniendo así una distribución funcional. Se elaboraron los nuevos diagramas de flujo de proceso y diagramas de recorrido en los que se visualiza una disminución de tiempos de fabricación de 09 h 44 min 24 s para cocinas y 16 h 00 min 36 s para hornos, con un aumento en la producción de 12 a 17 cocinas y de 8 a 10 hornos mensuales.

La propuesta de reorganización de planta generará ingresos mensuales de \$ 7 240,00 a \$ 9 750,00, con una utilidad de \$ 1 454,80 a \$ 3 967,97 y una rentabilidad del 1 821,67%, constituyendo de esta manera a la optimización de tiempos de fabricación y aumento en la producción.

ABSTRACT

In order to reduce production time and increase productivity, it is proposed to make the reorganization of the production plant in Lincoln company for the manufacture of industrial three-burner stoves and furnaces.

By analyzing the current situation, the working method was performed and it was determined that the production time to produce 12 stoves is 12 h 75 minutes and 36 seconds and 19 h 11 minutes and 24 seconds to produce eight ovens. Also, times in the workstation "table to measure" were studied for the operation of measuring equipment housings due to excessive operation time and waste of raw material.

For the improvement in the workstation "table to measure" templates were implemented to reduce the operation time measure. This time is reduced from 2 h 59 min to 3.46 min for the stove and from 2 h 58 min to 2.23 min for the oven. The new distribution of plant was performed with the study of partial distributions, thus obtaining a functional distribution.

New datasheets, process flow diagrams, and process control diagrams were elaborated which indicated manufacturing time reduce of 9 hours 44 minutes and 24 seconds for stoves and 16 h 00 min and 36 seconds for furnaces, with a production increase from 12 to 17 stoves and 8 to 10 ovens a month.

The proposed reorganization plan for the factory will generate monthly income of \$ 7 240.00 to 9 750.00 with a gain of 1 454.80 to 3 967.97 and 1 821.67% profitability, thus forming the optimization of manufacturing time and increased production.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La empresa Lincoln se dedica al diseño, fabricación e implementación de equipos de calidad para la industria alimenticia y gastronómica.

La empresa inició su funcionamiento con un trabajador y fue creada el 13 de Agosto de 1970 por el Sr. Salomón Santillán. Recibe el nombre de “Lincoln” en honor a Abraham Lincoln, primer presidente de los Estados Unidos y gran humanista que defendió a los esclavos y artesanos.

La empresa Lincoln ha seguido superándose de forma continua, razón por la cual la empresa se ha mantenido en el mercado con gran acogida, desde su creación hasta la actualidad.

La razón por la cual se creó esta empresa es debido a que el propietario poseía conocimientos sobre la elaboración de este tipo de equipos. Es entonces que se decide a incursionar en el área industrial, ayudando así a promover la industria nacional a través de sus productos, generar fuentes de trabajo e impulsar el desarrollo económico de la Provincia de Chimborazo.

Los productos que elabora esta empresa están dirigidos hacia las amas de hogar y a las personas que incursionan en el área de la industria gastronómica y alimenticia tales como: restaurantes, panaderías, etc.

La materia prima es adquirida en láminas de acero de diferentes medidas. Los accesorios como: hierro, ángulos, quemadores, manguera, entre otros también son comprados. El proceso de producción inicia con el corte, formado a través de máquinas tales como: cortadoras, tornos, dobladoras, suelda, etc., finalizando con el ensamblado de todas las piezas para lograr el producto terminado.

1.2 Justificación

Ante la necesidad de mantenerse en el mercado competitivo con altos estándares de producción y productividad, es necesario que la empresa Lincoln realice el diseño de sus productos de manera técnica, innovadora, con calidad y a precios accesibles que

le permitan obtener una rentabilidad aceptable y posicionamiento en el mercado local con visión a proyectarse al mercado nacional.

La empresa Lincoln en la actualidad carece de una óptima distribución de planta para poder llevar acabo un aumento en la producción y satisfacer los requerimientos del cliente. Por tal motivo es necesario realizar un estudio del proceso productivo.

El presente proyecto de investigación comprende el estudio del proceso productivo en los productos de mayor demanda, proponiendo una reorganización de planta, con la finalidad de reducir distancias por el movimiento de los materiales y herramientas, además de mejorar la circulación del personal, productos en proceso y productos terminados, logrando así una optimización en la utilización de los espacio, mejorar la seguridad y desempeño de los trabajadores.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Realizar la reorganización de la planta de producción en la empresa Lincoln de la ciudad de Riobamba.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Realizar el estudio de la situación actual de la empresa en relación a su proceso productivo.

Proponer la reorganización del trabajo y distribución de la planta de producción.

Realizar el análisis económico comparativo entre la situación actual y la propuesta para determinar su rentabilidad.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Organización del trabajo

La organización es una función fundamental dentro de la administración del trabajo, pues ayuda a que el trabajo se lleve de manera conjunta y eficiente.

La organización del trabajo tiene presente tres elementos fundamentales:

- 1) El trabajo. Son la base de la organización, ya que son las funciones que se deben cumplir de acuerdo a los planes establecidos. Estas funciones son divididas en tareas definidas, esto hace que el trabajo se divida por su cantidad o por su grado de especialización.
- 2) El personal. Está constituido por el personal encargado de realizar las diferentes funciones. A cada persona se le asigna una parte del trabajo total, es importante asignar las tareas de tal manera que se adapten al interés, habilidad y experiencia de la persona.
- 3) El lugar de trabajo. En este elemento se incluye los medios físicos, el ambiente en general, el local, los materiales, muebles, etc. Este elemento está constituido por la actitud, el espíritu de efectividad y de respeto. (ARANGO, 2007)

2.1.1 Pasos para organizar el trabajo. Para obtener una buena organización del trabajo es importante tomar en cuenta los siguientes pasos:

- Conocer la empresa y los objetivos de trabajo
- Dividir el trabajo en tareas
- Asignar personal especializado
- Delegar la autoridad para los responsables

Conocer la empresa y los objetivos de trabajo. Los socios de la empresa son quienes fijan los objetivos, para que el administrador haga cumplir tales objetivos de manera efectiva.

Para lograr que los objetivos se cumplan de manera efectiva, se deben indicar con claridad qué debe hacerse, cuándo debe hacerse y en qué cantidad. Esto ayudará a que los jefes departamentales y trabajadores los interpreten correctamente.

Dividir el trabajo en tareas. La división del trabajo se hace necesario, ya que cada persona tiene habilidades y capacidades diferentes; Una sola persona es incapaz de abarcar todos los conocimientos y técnicas que cada día evolucionan en complejidad.

Es necesario asignar responsabilidades al dividir el trabajo, de igual manera al coordinar los elementos humanos, materiales y técnicos para cumplir los objetivos propuestos. El administrador deberá seleccionar al personal, capacitarlos y entrenarlos, además de clasificar los puestos de trabajo y sus niveles de remuneración.

Asignar personal especializado. La garantía de los resultados depende de la capacidad y grado de participación del elemento humano, pues de nada sirve planear el trabajo con todas las técnicas si no se cuenta con el personal calificado y capacitado para realizarlo.

Delegación de autoridad. Consiste en la facultad y autoridad otorgada a un jefe subordinado por parte del jefe superior para que este lo reemplace y tome decisiones sobre los problemas de su competencia. Por tal motivo el que recibe una parte de la autoridad, tiene la responsabilidad exclusivamente con el superior que se la otorgó. (ARANGO, 2007)

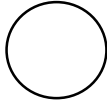

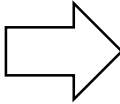
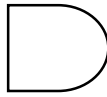
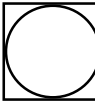
2.2 Diagramas de métodos de trabajo

2.2.1 *Diagrama del proceso.* El diagrama del proceso representa gráficamente las diferentes etapas de una tarea o trabajo de forma cronológica, es decir, ayuda a visualizar las actividades y movimientos que un material u hombre (operario) realizan en el proceso del trabajo.

El diagrama del proceso realiza dos tipos de análisis, tanto para operarios como para materiales, los mismos que deben ser analizados de manera separada, es decir, no se debe confundir el análisis de los movimientos para un operario con los movimientos de un material. (JANANÍA, 2008 pág. 9)

La American Society of Mechanical Engineers (ASME) estableció los siguientes símbolos para proceso, con la finalidad de mostrar lo que ocurre durante la actividad a analizar:

Tabla 1. Símbolos estándares para diagramas de procesos

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Indica las etapas más importantes de un método, proceso o procedimiento, es decir, la realización de algo en algún lugar. Es decir, son todos aquellos cambios intencionales en una o más características, por ejemplo: clavar, coser, lijar, mecanografiar, cortar, taladrar, etc.
Inspección		Este símbolo comprueba si una operación se ejecutó correctamente en lo referente a la calidad, es decir, un método particular que implica que la persona verifique o compare la calidad de un determinado producto.
Transporte		Se considera un transporte cuando se traslada de un lugar a otro, ya que con esto sucede un cambio de localización. Normalmente se consideran distancias iguales o mayores que un metro. Por ejemplo, mover material, mediante una grúa, mediante un obrero, etc.
Demora		Esto indica ociosidad, ya sea moviéndose o esperando, con tal de que el movimiento no sea parte del trabajo, es decir, una interrupción entre la acción inmediata y la acción siguiente, por ejemplo, esperar a que llegue el montacargas, esperar por el material.
Actividades combinadas		Por medio de dos símbolos se indica que se realizarán actividades simultáneas, es decir que se realizarán al mismo tiempo por el mismo operario en una misma área. Aquí lo que se lleva a cabo es una inspección al mismo tiempo que se ejecuta una operación.

Fuente: JANANIA, Camilo. Manual de tiempos y movimientos. p.10,11

2.2.2 Diagrama de flujo del proceso. El diagrama de flujo del proceso es útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez identificados estos periodos no productivos, se pueden tomar las medidas necesarias para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos.

Además de registrar los retrasos de movimientos y almacenamiento, los diagramas de flujo de procesos muestran todas las operaciones e inspecciones a los que está expuesto un artículo a medida que éste pasa por el proceso productivo, por tal motivo este diagrama usa los mismos símbolos estándares que el diagrama de proceso. A diferencia del diagrama de proceso, el diagrama de flujo tiene la facilidad de visualizar la elaboración de varias piezas simultáneamente en un solo diagrama, así como ensambles de un producto constituido de varias piezas.

Dos tipos de diagramas de flujo se utilizan actualmente: de material u hombre. El diagrama tipo material proporciona los detalles de los eventos que involucran un

producto o un material, mientras que el diagrama tipo hombre muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona una secuencia de operaciones. (NIEBLE, 2009 pág. 26)

2.2.3 Diagrama de recorrido. El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios, muestra la ubicación de todas las actividades del diagrama de flujo del proceso. Es un diagrama que muestra un plan pictórico del flujo del trabajo, útil para desarrollar un nuevo método, es decir, ayuda a que el analista pueda observar o visualizar dónde hay suficiente espacio para construir una instalación de tal manera que la distancia de transporte pueda acortarse.

Para conseguir información visual de las áreas potenciales de almacenamiento temporal o permanente, las estaciones de inspección y los puntos de trabajo es necesario realizar un diagrama de las áreas de la planta involucradas y después bosquejar las líneas de flujo, es decir, indicar el movimiento del material de una actividad a la otra. Al elaborar un diagrama de recorrido el analista indica cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. (NIEBLE, 2009 pág. 29)

2.2.4 Pasos para realizar un diagrama de proceso y de recorrido

- 1) Fijar la actividad a estudiar, es decir, si el sujeto de estudio es un operario, producto, pieza, material o un impreso.
- 2) No cambiar el sujeto de estudio durante la elaboración del diagrama. Seleccionar un punto de partida y un punto de llegada definido para asegurar que se va a cubrir el proceso a estudiar.
- 3) El diagrama de proceso se debe dibujar en un formato de hoja adecuado, en el que se puedan detallar otros aspectos como:
 - Encabezamiento
 - Descripción
 - Resumen
- 4) El encabezamiento debe indicar el proceso a estudiar. El cuerpo del diagrama del proceso debe tener columnas para el recorrido (distancia en metros), el símbolo, la descripción y, posiblemente para el tiempo. Se debe usar los símbolos estándares de los diagramas del proceso. Se registran las fases innecesarias e ineficaces del proceso para eliminarlas.

- 5) Agregar una tabla de resumen al final del diagrama del proceso detallando el número de operaciones, distancia recorrida, inspecciones, almacenaje y esperas. Luego del estudio de las mejoras se realizará un resumen combinado el método antiguo y propuesto con la finalidad de hallar diferencias.
- 6) Valiéndose de los planos de la planta de producción visualizar la situación de la maquinaria y equipo usado para la fabricación de la pieza. Si no existe estos planos, deben ser dibujados a escalas por el analista. Es de gran ayuda usar plantillas tridimensionales de cartón que representen las máquinas para estudiar los cambios de la distribución.
- 7) Dibujar el recorrido de las piezas a lápiz o usando un Software de diseño, anotando, por medio de flechas la dirección del movimiento. El diagrama de recorrido se debe realizar en el lugar de estudio, además se deben medir y recorrer las distancias del movimiento. (FUERTES, 2013 pág. 17)

2.3 Diseño de la planta

El diseño de plantas es el ordenamiento más económico, seguro y satisfactorio para la producción y sus trabajadores. Este ordenamiento involucran los elementos de la organización (Maquinaria, materiales, recursos humanos, etc.) y los factores de servicios (Calidad, transporte, mantenimiento, etc.).

Para obtener información sobre un determinado proceso físico o químico, y saber si este es técnicamente y económicamente viable, se han creado plantas piloto, es decir, una planta de procesos a escala reducida. Con esta planta piloto se pretende establecer los parámetros óptimos de los procesos y construcción de la planta a escala industrial. Estas plantas cuentan con un sistema SCADA de adquisición de datos, supervisión y control, ver Figura 1. (WIKIPEDIA, 2014)

2.3.1 *Objetivos del diseño de la planta.* Un proyecto de diseño de planta tiene diferentes objetivos, productos del planteamiento del problema. Los objetivos se plantean en términos cuantitativos, en el caso de minimizar los recorridos; o cualitativos, para proveer comodidad a los empleados. Tales objetivos pueden ser:

- Minimizar los costos del sistema de manejo de materiales
- Reducir el tiempo de producción
- Reducir el tiempo promedio de entregas
- Reducir los costos de transporte de materias primas

- Hacer uso eficiente del espacio
- Mejorar las condiciones de trabajo
- Facilitar la ejecución del proceso de servicio o manufactura
- Facilitar los cambios futuros (flexibilidad). (BACA, 2007 pág. 261)

Figura 1. Planta de cromatografía en lecho móvil simulado con fluidos supercríticos.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_piloto#mediaviewer/File:Plantasmb.JPG

2.4 Distribución de planta

El proceso de distribución de planta genera una configuración de los espacios o áreas dedicadas a los diferentes procesos o departamentos que se alojarán en una planta. La distribución de planta busca ubicar cada una de las áreas o departamentos dentro de la planta, de tal forma que ayude a la productividad y eficiencia en la ejecución del proceso productivo en su totalidad. (BACA, 2007 pág. 271)

2.4.1 Objetivos de la distribución

- Organizar la producción en el mínimo espacio, con la finalidad de reducir costos por movimientos de materiales, alquiler, mantenimiento y limpieza.
- Evitar cruces de los productos.
- Reducir demoras en el proceso productivo y disminuir el plazo de fabricación.

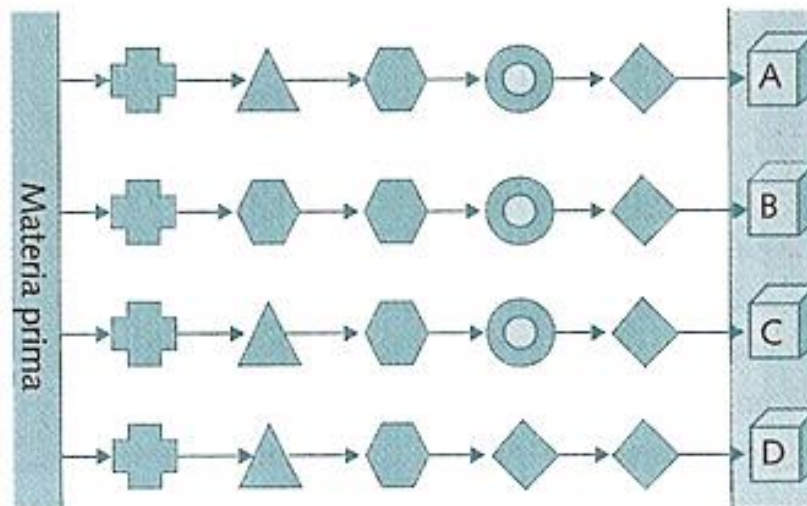
- Obtener mejores condiciones de trabajo desde el punto de vista de la ergonomía y la ambientación. (VELASCO, 2007 pág. 263)

2.4.2 Tipos de distribución en planta

2.4.2.1 Distribución en línea o por producto. La distribución por producto es ideal cuando se tiene una variedad muy pequeña de productos altamente estandarizados, los mismos que son producidos en gran volumen. Este tipo de distribución también es conocido como distribución en línea, es decir; existen líneas de producción para cada modelo de producto. En estos procesos, los productos pasan por una secuencia fija de operaciones y los altos volúmenes permiten una mejor utilización manteniendo un flujo constante de productos a través de la línea.

Para lograr la fluidez en el proceso es importante balancear la línea a través de homogenizar la capacidad de las estaciones encargadas de cada operación. El balanceo permite eliminar operaciones que provoquen cuellos de botella y reducir el tiempo total de producción. Sin embargo esta distribución tiene como desventaja sobre la flexibilidad debido al aprovechamiento máximo de equipo y espacio, además de contar con un alto costo en la maquinaria especial y bajo costo en la mano de obra no calificada. (BACA, 2007 pág. 275)

Figura 2. Distribución por producto para los artículos A, B, C y D

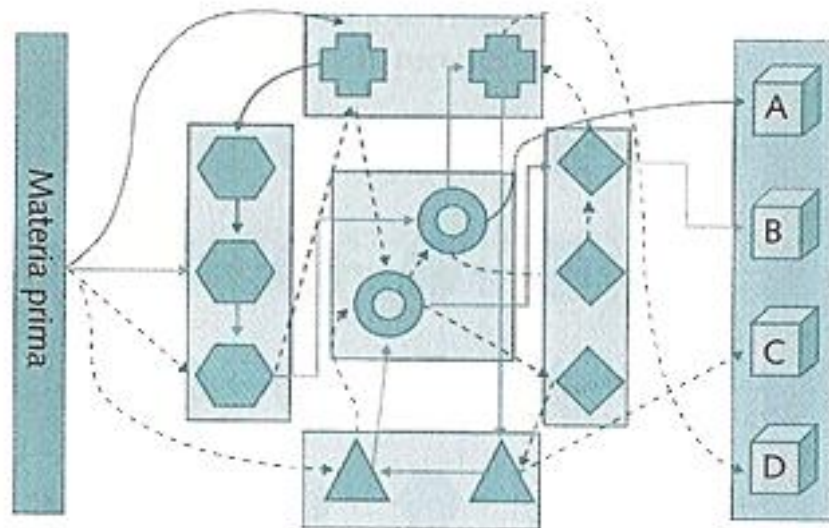


Fuente: BACA, Gabriel. Introducción a la ingeniería industrial. p.275

2.4.2.2 Distribución funcional o por proceso. La distribución por proceso es ideal para plantas en las que se genera una gran variedad de productos no estandarizados a volúmenes bajos de producción. La distribución de la planta debe hacerse por departamentos especializados en un solo proceso o equipo.

Al compartir equipo se logra aprovechar al máximo su funcionalidad, y por ende la inversión en dicho rubro es baja. Por tal motivo el costo de la maquinaria universal es bajo, pero la mano de obra es calificada a un alto costo. (BACA, 2007 pág. 276)

Figura 3. Distribución por proceso para los artículos A, B, C y D



Fuente: BACA, Gabriel. Introducción a la ingeniería industrial. p.276

2.4.2.3 Distribución por componente fijo. En este tipo de distribución el material no se desplaza, son los operarios los que van hacia el producto con las máquinas portátiles necesarias para hacer las distintas operaciones e incorporar componentes al producto. Esta distribución se emplea para la fabricación de pocas y grandes unidades, como calderas, barcos, aviones, etc. Además este tipo de fabricación presenta inconvenientes al tener costos altos en la mano de obra calificada, sin embargo tiene flexibilidad de usar máquinas especiales y universales. (VELASCO, 2007 pág. 263)

2.4.3 Tipos de producción

2.4.3.1 Producción de tipo continuo. Este tipo de producción es empleada para producir artículos similares, sin realizar actividades de montaje para poder obtener unidades de alta magnitud por la adición de pequeñas unidades. Para este tipo de producción es recomendable usar una distribución en línea. (Economia48.com, 2006)

2.4.3.2 Producción de tipo repetitivo o producción en serie. Este sistema de producción consiste en producir conforme a lo estimado estadísticamente por el empresario para una demanda futura, es decir, no tiene exigencias de cliente alguno para su producción. Esta producción realiza artículos similares, pero con montajes, por ende no se puede obtener la mayor magnitud de los artículos por adición. Se

recomienda una distribución funcional para este tipo de producción. (Economia48.com, 2006)

2.4.3.3 *Producción intermitente o bajo pedido.* El sistema de producción intermite es un sistema por lotes o pedidos, lo cual indica que la empresa se enfoca más en la producción para sus clientes que por producir para el mercado, puesto que sostiene un venta fehaciente para su producción. Este tipo de producción se caracteriza por realizar pocas unidades iguales, por lo que se recomienda una distribución por componente fijo. (Economia48.com, 2006)

2.4.4 *Distribuciones parciales.* Cuando se trata de distribución en línea es útil visualizar el diagrama de recorrido, basado en el diagrama de flujo del proceso. Sin embargo cuando se trata de distribuciones funcionales se deben tener presente varios fundamentos y diagramas esenciales para resolver el problema:

2.4.4.1 *Tablas de doble entrada.* En esta etapa se establecen las relaciones entre diferentes puestos de trabajo, se elabora un cuadro de doble entrada. El cuadro de doble entrada contiene el grado relativo de acercamiento, que se desea o se requiere, entre diferentes puestos según lo determine la información cuantitativa del flujo de un diagrama desde-hacia, o de las interacciones funcionales, ver Tabla 2. (NIEBLE, 2009 pág. 88)

2.4.4.2 *Tablas triangulares.* Este tipo de tablas se consideran diagramas de relaciones. En esta etapa el analista comienza con las relaciones absolutamente importantes, es decir, las de mayor iteración, utilizando cuatro líneas cortas paralelas para conectar las dos áreas. Luego el analista continúa con el siguiente puesto utilizando líneas paralelas del doble del puesto anterior. Este proceso se realiza para todas los demás puestos de trabajo, ver tabla 3. (NIEBLE, 2009 pág. 89)

Tabla 2. Tabla de doble entrada

		Hasta							
		Torno de torreta No. 4 W.& S.	Prensa de perforado Delta de 17"	Taladro de 2 ejes L. & D.	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	Fresa vertical No. 3 B. & S.	Prensa Niágara de 100 toneladas	No. 2 Cinn, sin centro	Pulidora No. 3 Excello Thd.
Desde	Torno de torreta No. 4 W. & S.		20	45	80	32	4	6	2
	Prensa de perforado 17"			6	8	4	22	2	3
	Taladro de 2 ejes L. & D.				22	14	18	4	4
	Fresa No. 1 Cinn. Hor.	120				10	5	4	2
	Fresa vertical No. 3 B. & S.						6	3	1
	Prensa Niágara de 100 toneladas		60	12	2			0	1
	No. 2 Cinn, sin centro		15						15
	Pulidora No. 3 Excello Thd.				15	8			

Fuente: NIEBLE, Benjamín. Ingeniería industrial: Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. p.88

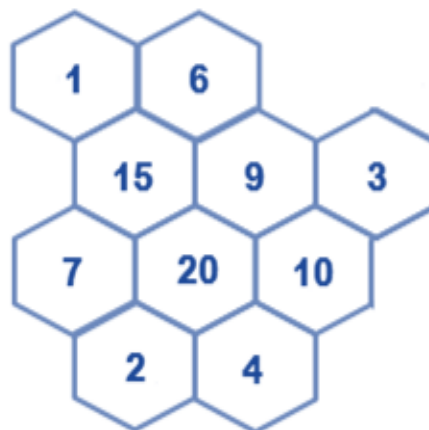
2.4.4.3 Diagrama de proximidad. Para realizar el diagrama de proximidad es necesario relacionar los espacios y dimensiones del puesto de trabajo para lograr obtener una relación de tamaño igual, con la finalidad de poder intercambiar los puestos de manera sencilla. Este diagrama ubica el número de movimientos con mayor interacción en el centro de los hexágonos y los de menos movimientos a sus alrededor, ver figura 4. (NIEBLE, 2009 pág. 91)

Tabla 3. Tabla triangular o diagrama de relaciones

[illegible]

Fuente: NIEBLE, Benjamín. Ingeniería industrial: Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. p.89

Figura 4. Diagrama de proximidad



Fuente: NIEBLE, Benjamín. Ingeniería industrial: Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. p.89

2.5 Estudios de tiempos

El Estudio de Tiempos es una técnica empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo de las actividades de una tarea definida, con la finalidad de averiguar el tiempo necesario para efectuar dicha tarea. (SALAZAR, 2011)

2.5.1 Herramientas para el estudio de tiempos. El estudio de tiempos se lleva a cabo de mejor manera al usar las herramientas indicadas y en buen estado. Las herramientas fundamentales para este estudio son:

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formularios de estudio de tiempos

Cronómetro. La oficina Internacional del Trabajo recomienda el uso de dos tipos de cronómetros:

- Cronómetro mecánico: este se subdivide en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.
- Cronómetro eléctrico: se subdivide en el que utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.

Figura 5. Cronómetro eléctrico



Fuente: <http://3.bp.blogspot.com/-B7jOpObMAsl/TbbymU0k6ml/AAAAAAAAAAY/B4KdKJYXJr8/s1600/2.jpg>

Tablero de observaciones. Es un elemento de plástico liso, en el cual se fijan los formularios para anotar las observaciones. En la actualidad existen tableros que integran un cronómetro electrónico, además de una calculadora, lo que facilita los movimientos del observador.

Formularios de estudio de tiempos. Son formatos que cumplen características fundamentales de practicidad, ideal para registrar ciclos cortos de manera sencilla, pues contienen la descripción de los elementos y su valoración. (SALAZAR, 2011)

Tabla 4. Formulario de estudio de movimientos

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPTO. : Atención al cliente		SECCIÓN :		ESTUDIO núm. : 1									
OPERACIÓN: Atención al cliente. Estudio de Métodos núm.: 1				HOJA núm. : 1									
INSTALACIÓN/MÁQUINA: No aplica.				TERMINO : 04/03/2013									
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: No aplica.				COMIENZO: 26/02/2013									
PRODUCTO/PIEZA: _____ Núm. : _____				TIEMPO TRANSC: 6 días.									
PLANO Núm. : 1 MATERIAL : _____				OPERARIO: XXXXXXXX									
CALIDAD: CONDICIONES TRABAJO: Deficientes.				FICHA: No aplica.									
				OBSERVADO POR: Estudiante.									
				FECHA :26/02/13 al 04/03/13									
				COMPROBADO :									
ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)										ΣT	$\bar{T}(s)$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
E1	T	0.5	0.9	1.3	0.6	1.1	0.9	0.3	2.0	1.2	0.7	9.5	0.95
	L	0.5	0.9	1.3	0.6	1.1	0.9	0.3	2.0	1.2	0.7		
E2	T	2.5	1.2	3.5	0.8	2.1	5.2	1.9	5.0	0.7	4.1	27	2.7
	L	3.0	2.1	4.8	1.4	3.2	6.1	2.2	7.0	1.9	4.8		
E3	T	1.5	1.0	0.5	0.8	1.2	1.5	4.3	2.6	1.3	0.6	15.3	1.53
	L	4.5	3.1	5.3	2.2	4.4	7.6	6.5	9.6	3.2	5.4		

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos96/estudio-tiempo-al-proceso-atencion-al-cliente/image012.jpg>

2.5.2 Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos. Para la selección del trabajo se estudian las condiciones de selección que se aplican a la técnica del estudio de tiempos. El mismo que es complemento del estudio del método de trabajo. El estudio de tiempos selecciona una tarea determinada, debido a una causa precisa, algunas de estas causas se detallan a continuación:

- Variación en la tarea: Nuevos productos, operaciones, operaciones, materiales o método.
- Petición por parte de los trabajadores o representantes de los mismos.
- Identificación de cuellos de botella.
- Necesidad de balanceo de línea.
- Determinación de tiempos estándar que se utilizaran como base para la implementación de un sistema de primas por rendimiento.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos. (SALAZAR, 2011)

Tabla 5. Etapas del estudio de tiempos

Etapas del estudio de tiempos	
1	Obtener y registrar información acerca de la tarea del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
2	Registro completo del método, descomponiendo la operación en elementos.
3	Examinar una descripción para verificar que se están utilizando los mejores métodos de trabajo.
4	Medir el tiempo con un instrumento apropiado, y registrar el tiempo invertido por el operario en realizar cada elemento de la operación.
5	Determinar la velocidad de trabajo del operario por correlación con el ritmo normal de trabajo de este.
6	Transformar los tiempos medidos en tiempos normales o básicos.
7	Determinar los tiempos suplementos por descanso, los mismos que se añadirán al tiempo normal o básico de la operación.
8	Determinar el tiempo tipo o tiempo estándar de la operación.

Fuente: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/selecci%C3%B3n-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>

2.5.3 Cálculo del número de observaciones. El cálculo de número de observaciones o tamaño de la muestra tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo de cada elemento. Para determinar el número de observaciones se usan los siguientes métodos: (SALAZAR, 2011)

2.5.3.1 Método estadístico. Este método requiere realizar cierto número de observaciones para poder aplicar la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right) \quad (1)$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94,45%

Cabe mencionar que este método tiene un nivel de confianza de 95% y un margen de error de ± 5%. (SALAZAR, 2011)

2.5.3.2 Método tradicional. Este método se basa en el siguiente procedimiento sistemático:

- 1) Realizar una muestra tomando 10 lecturas, si los ciclos son mayores o iguales a 2 minutos y 5 lecturas, si los ciclos son mayores a 2 minutos, esto es debido a la confiabilidad en tiempos más grandes y a la disminución de errores.
- 2) Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo:

$$R(\text{Rango}) = X_{\max} - X_{\min} \quad (2)$$

- 3) Calcular la medida aritmética o promedio:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (3)$$

Siendo:

$\sum x$ = Sumatoria de los tiempos de muestra

n = Número de ciclos tomados

- 4) Hallar el coeficiente entre rango y la media

$$\frac{R}{\bar{X}} \quad (4)$$

- 5) En la siguiente tabla se busca el coeficiente en la columna (R/X), se ubica la intersección con la columna del número de muestras realizadas (5 o 10), el valor de la intersección será el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de $\pm 5\%$.

Tabla 6. Tabla para cálculo del número de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente:

<http://u.jimdo.com/www11/o/s075f076504dfea8d/img/i2cd7b7f464f880db/1342650202/std/image.png>

Para el estudio de tiempos se usan dos procedimientos principales para cronometrar los elementos, los cuales son:

- Cronometraje acumulativo
- Cronometraje con vuelta a cero.

Cronometraje acumulativo. Consiste en hacer funcionar el reloj de forma ininterrumpida durante todo el estudio y se lo finaliza sólo al finalizar todas las observaciones.

Cronometraje con vuelta a cero. Consiste en la tomar los tiempos directamente de cada elemento, es decir, al finalizar cada elemento se detiene el reloj para fijarlo a cero, y se lo pone en marcha de inmediatamente para cronometrar el elemento siguiente. (SALAZAR, 2011)

2.5.4 *Cálculo del tiempo estándar o tiempo tipo.* El tiempo tipo o tiempo estándar es uno de los objetivos del estudio de tiempos, y es el tiempo en el cual un operario trabaja a paso normal para desarrollar una tarea determinada.

Para el cálculo del tiempo tipo, es necesario tomar en cuenta suplementos por fatiga, retrasos y necesidades personales. Por tal motivo el tiempo tipo es igual al tiempo normal más los suplementos.

Pasos para la obtención del tiempo tipo:

- 1) Obtener el tiempo medio de las lecturas realizadas.
- 2) Valorar el paso del trabajador: Lento = 0.8, normal = 1, rápido = 1.2.
- 3) Determinación de suplementos:
 - a) Por fatiga, del 2 al 10% dependiendo del trabajo. No se tomará suplemento por fatiga, si existe descanso a la mitad de la jornada.
 - b) Por retraso, máximo un 2%.
 - c) Por necesidades personales, 5% para hombres y 6% para las mujeres.
- 4) Obtener el tiempo tipo: Para obtener el tiempo normal, se debe corregir el tiempo medio multiplicando por el factor de valoración de paso. Al tiempo normal se le suma los suplementos para obtener el tiempo tipo. (SALAZAR, 2011)

$$T_{\text{medio}} * F. \text{ valoración} = T_{\text{normal}} \quad (5)$$

$$T_{\text{normal}} + \% \text{Suplementos} * T_{\text{normal}} = T_{\text{tipo}} \quad (6)$$

2.6 Costos

El costo se define como el valor sacrificado para adquirir bienes o servicios, el cual se mide en términos monetarios a través de la disminución de activos o al incidir en pasivos al momento de la obtención de beneficios. Cuando se realiza una adquisición, el costo generado puede lograr beneficios presentes o futuros. Sin embargo cuando se

utilizan los beneficios los costos se convierten en gasto. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 11)

2.6.1 *Diferencia entre ingreso y gasto*

Ingreso. Es el precio de los productos vendidos o las prestaciones de servicios realizadas. En muchas ocasiones los productos o servicios comprados no tienen valor, es decir no prestan ningún beneficio, son considerados como perdidas y se prestan como una deducción de ingresos, en el tiempo de la disminución de su valor.

Gasto. El gasto es un costo producido por un beneficio y que ha expirado. Los costos que no han expirado pueden dar beneficios futuros, por lo que definen como activos. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 11)

2.6.2 *Clasificación de los costos*

2.6.2.1 *Por su identificación con el producto*

Costos directos. Son los materiales directos y la mano de obra directa, es decir costos que se relación de forma directa con la producción.

Costos indirectos. Son todos los costos que no son directos, por lo tanto son costos que afectan a la producción de forma general de uno o más productos, por lo que se puede asignarse a un solo producto sin usar algún criterio. Estos costos son Material indirecto, mano de obra indirecta y otros indirectos. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 14)

2.6.2.2 *Por su comportamiento en el volumen de la producción*

Costos fijos. Son aquellos en los que el costo fijo por unidad varía con la producción, mientras el costo fijo total permanece constante dentro de un rango apreciable de producción. Dentro de estos costos se encuentran: los sueldos y salarios, servicios básicos, depreciaciones, interés, etc.

Costos Variables. Son aquellos en los que el costo total cambiar en proporción directa al volumen de producción, mientras el costo unitario permanece constante. En estos costos se pueden tomar en cuenta la materia prima, los materiales, etc. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 15)

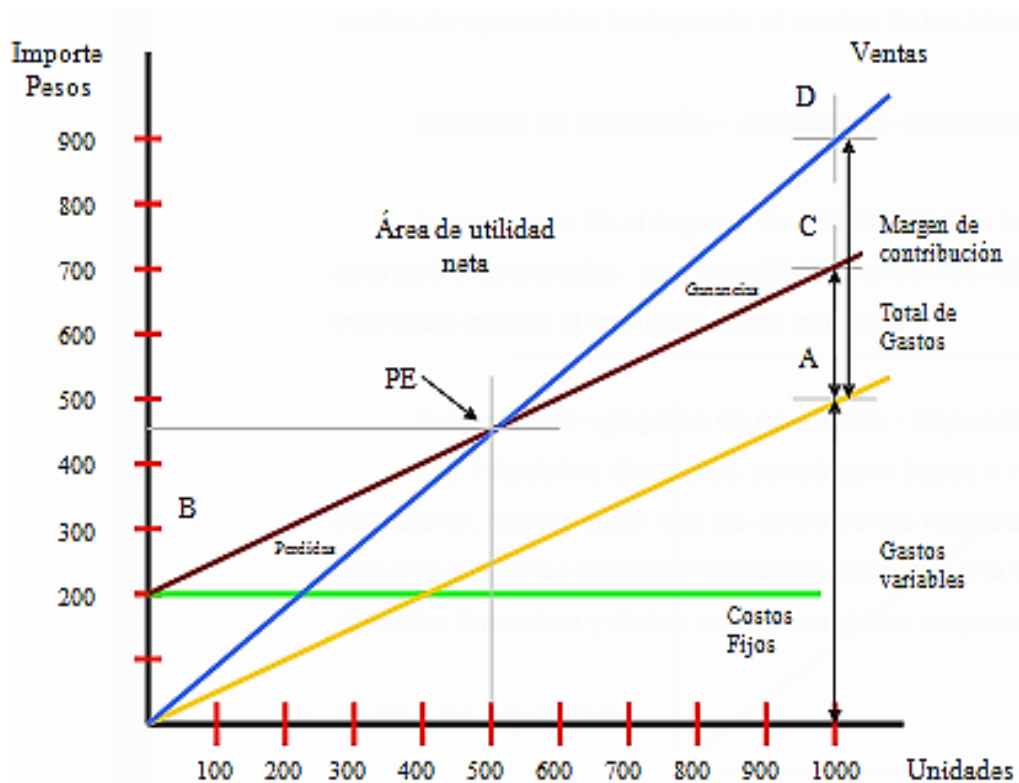
2.6.3 *Punto de equilibrio.* El punto de equilibrio es el volumen de ventas, en el cual no habrá una utilidad ni una pérdida, es decir en punto en el que no se gana ni se

pierde en volumen de producción determinada. Por encima del nivel del PE habrá una utilidad, y por debajo de este habrá una pérdida. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 531)

2.6.3.1 Métodos para obtener el punto de equilibrio

Método gráfico. El método gráfico consiste en la representación de unidades y unidades monetarias. El eje horizontal representa las unidades y el eje vertical las unidades monetarias. Como se conoce por definición que el costo fijo total es independiente de la cantidad de unidades vendidas, la línea que representa el costo fijo total es una línea horizontal. El costo variable total es una línea recta que comienza en el origen, con una pendiente igual al costo variable por unidad. Entonces el costo total es la suma del costo variable total y el costo fijo total. (POLIMENI, y otros, 1994 pág. 617)

Figura 6. Solución gráfica del punto de equilibrio



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos90/analisis-costos-volumen-utilidad/image005.png>

Método de la ecuación. Como primer paso se obtiene el punto de equilibrio en ventas, a través de las siguientes formulas:

$$\text{Ventas} = \text{Costo Total}$$

$$\text{Ventas} = \text{Costo Variables} + \text{Costo fijo} \quad (7)$$

Aplicar la ecuación de línea recta: $y = ax + b$ (8)

Donde,

y = Costo total

x = Ventas

$$a = \frac{\text{Costo variable}}{\text{Ventas}} \quad (9)$$

b = Costo fijo

Se tiene: $y = x$

Entonces: $x = ax + b$ (10)

Resolviendo: $x = ax + b$

$$x = (1 - a)x = b \quad (11)$$

$$x = \frac{b}{1 - a} \quad (12)$$

Punto de equilibrio:
$$x = \frac{\text{Costo fijo}}{1 - \frac{\text{Costo variable}}{\text{ventas}}} \quad (13)$$

Como segundo paso se puede obtener el punto de equilibrio en unidades vendidas:

$$\text{Ventas} = \text{costos variables} + \text{costo fijo} + \text{utilidad} \quad (14)$$

$$\text{Ventas} = \text{precio de ventas} * \text{número de unidades que se busca} \quad (15)$$

$$\text{Costos variables} = \text{costo variable unitario conocido} * \text{número de unidades que se busca} \quad (16)$$

La utilidad para efectos de encontrar el punto de equilibrio es igual a cero. (POLIMENI, y otros, 1994 págs. 620-622)

CAPÍTULO III

3 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA LINCOLN

3.1 Reseña histórica

El fundador y propietario de la empresa Lincoln, Benjamín Salomón Santillán Arias nace el 20 de mayo de 1947 en Químiag, Provincia de Chimborazo, dentro de una familia humilde que impulsó su crecimiento como emprendedor. Realizó sus estudios de primaria en la escuela "Bernardo Castillo" de Químiag, y la secundaria en el colegio "Pedro Vicente Maldonado".

A la edad de catorce años, el Sr. Salomón Santillán viaja a la ciudad de Ambato con fines de trabajo, el mismo que lo desempeña en la mecánica del Sr. Roberto Paredes. Es allí donde inicia su camino en la mecánica, teniendo en mente su visión a futuro de formar su propia empresa.

Figura 7. Empresa Lincoln



Fuente: Autor

A los dieciocho años regresa al colegio "Técnico Guayaquil" para obtener el título en la rama de Mecánica industrial, para así desarrollarse como profesional, sin embargo la falta de recursos económicos para esa carrera en esa institución, hacen que opte por sacar el título en la Asociación de Artesanos "5 de Mayo" de la ciudad de Ambato.

En 1970 se presenta a un concurso de merecimientos, en el cual obtiene las mejores calificaciones, y por tal motivo la oportunidad de brindar sus servicios en la empresa privada por cuatro años.

A la edad de veinte y seis años retorna a Riobamba, donde contrae matrimonio con la Sra. Zoila Elena Valle Echeverría con quien conciben cuatro hijos. Mientras se establecía su vida en el ámbito familiar, siempre mantenía el interés de formar su propia empresa, por tal motivo se capacitó en seminarios para finalmente un 13 de agosto de 1970 formar su propia empresa con el nombre de Mecánica “Lincoln”. (SANTILLÁN, 2014)

3.2 Localización

Tabla 7. Localización de la empresa Lincoln

Mecánica “Lincoln”	
País:	Ecuador
Provincia:	Chimborazo
Cantón:	Riobamba
Parroquia:	Maldonado
Dirección:	Argentinos 16-27 y Almagro
Teléfono:	(03) 2 964 – 356 / 091854229

Fuente: Autor

3.3 Base legal

La empresa es nombrada “Lincoln” en honor a Abraham Lincoln, primer presidente de los Estados Unidos y gran humanista que defendió a los esclavos y artesanos. A continuación se detalla la cronología de la empresa:

- *Agosto 1970:* se emprende en formar un taller de mecánica en las calles García Moreno 25-55 y argentinos con tan sólo un ayudante.
- *13 de Agosto de 1970:* La junta nacional de defensa del artesano previo el estudio e información de la unidad de inspección y calificación de la unidad de la dirección técnica y conformidad con el Art. 15 de la Ley de Defensa del Artesano Codificada y el Art. 5 del Reglamento de Calificaciones y Ramas de Trabajo Vigentes, resuelve conceder el certificado de Calificación Artesanal con derecho a los beneficios contemplados en el inciso final del Art. 2, Art.16 y 17 de la Ley de Defensa del Artesano Codificada, en concordancia con el Art. 308 del Código de Trabajo, Art. 386 de la Ley de Régimen Municipal, Art. 20 y 55 numeral 19 de la Ley de Régimen Tributario Interno y el Art. 154 de su reglamento a Santillán Arias Benjamín Salomón bajo los siguientes aspectos:

Rama artesanal: Mecánica en general

Razón social: Mecánica "LINCOLN"

Certificado N°: 64632

Carnet profesional N°: 0600243

Fecha de titulación: Ambato 13 de agosto de 1970

Figura 8. Logotipo de la empresa Lincoln



"El prestigio de una marca"

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Estatutos de la empresa Lincoln

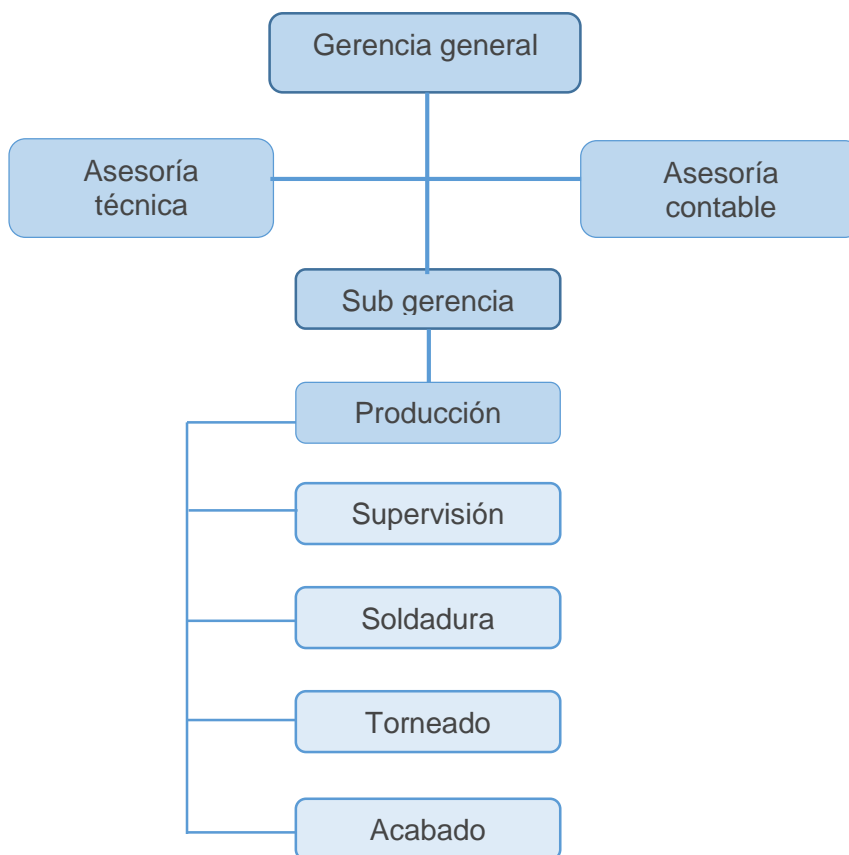
- **1972:** La empresa instalada inicia con la fabricación de hornos y cocinas industriales de acuerdo a las necesidades del cliente.
- **1983:** La empresa decide trasladarse a la propiedad del señor Salomón Santillán, ubicada en las calles Argentinos 1627 y Almagro, contando ya con seis colaboradores.
- **1984:** La empresa se hace acreedora de muchos galardones y reconocimientos por medio de la gestión del señor Salomón Santillán.
- **5 de noviembre de 1991:** La empresa recibe el diploma al mérito artesanal por haber prestado servicios relevantes otorgado por El Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos en unión con la Junta Provincial de Defensa del artesano de Chimborazo.
- **18 de abril de 1992:** La empresa recibe un reconocimiento por parte de la subsecretaría de la pequeña industria y artesanías del MICIP, por haber participado en la XXX expo feria abril 1992.
- **1 de Octubre del 2001:** La empresa recibe un reconocimiento por haber sido acreedora al Galardón "Prisma de oro en la creatividad" entregado por la corporación de los países: Panamá, Venezuela, Colombia, Perú y Ecuador.

- *4 de abril del 2005:* Recibe un reconocimiento otorgado por la ESPOCH por el apoyo brindado en la dirección técnica, práctica de los estudiantes de la facultad de Mecánica.
- *2005:* La empresa recibe una mención honorífica por la participación en la segunda feria internacional científico: Tecnología de la artesanía y de la pequeña industria “Héroes del Cenepa”
- Actualmente la empresa Lincoln consiente del gran mercado competitivo, se encuentra en la lucha hacia el camino de la excelencia, brindando al cliente productos de calidad, logrando así aportar al desarrollo de la provincia y el país. (SANTILLÁN, 2014)

3.4 Estructura administrativa

3.4.1 Organigrama administrativo

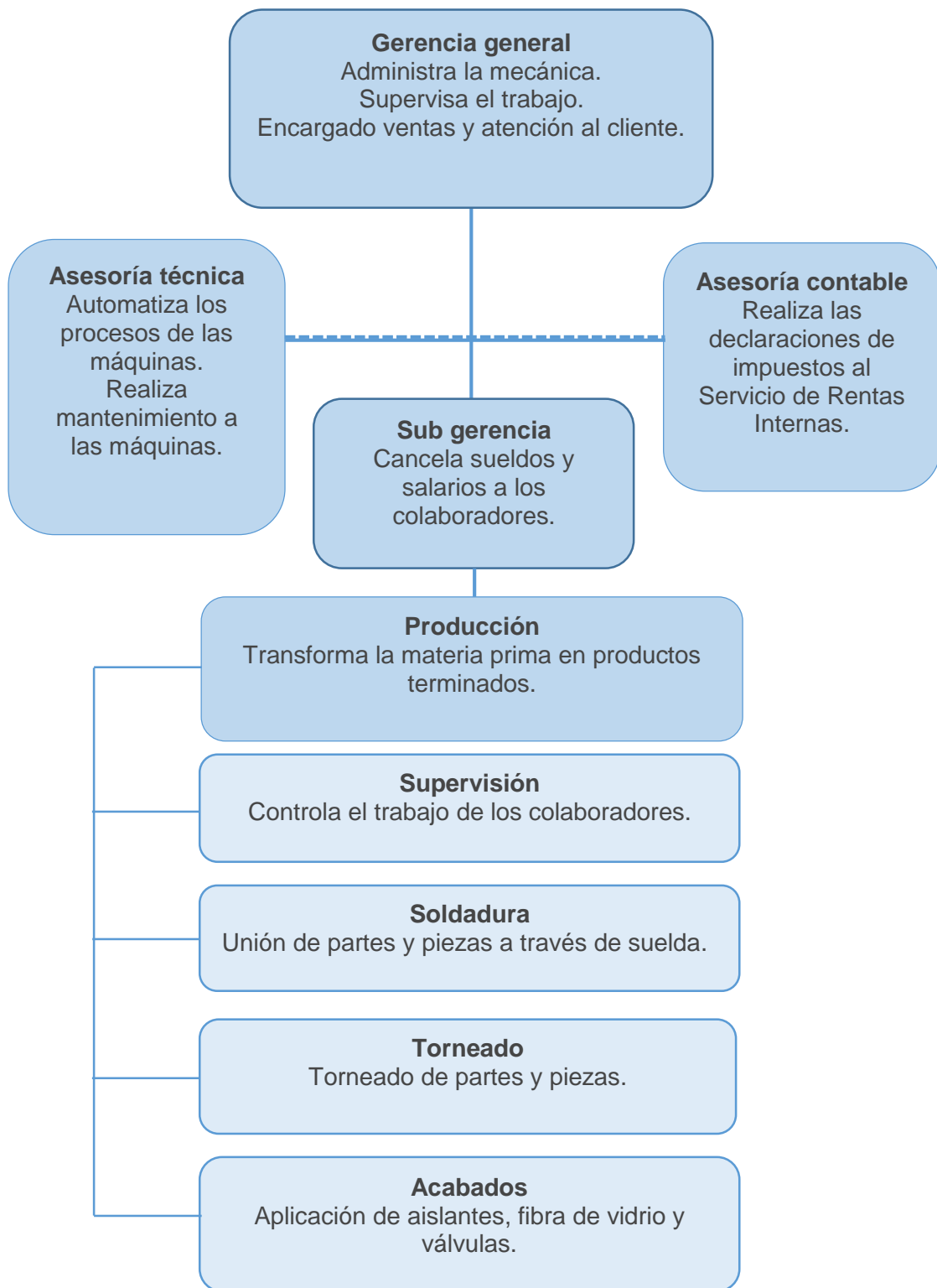
Figura 9. Organigrama administrativo de la empresa Lincoln



Fuente: SANTILLÁN Salomón. Estatutos de la empresa Lincoln

3.4.2 Organigrama funcional

Figura 10. Organigrama funcional de la empresa Lincoln



Fuente: SANTILLÁN Salomón. Estatutos de la empresa Lincoln

3.5 Misión

Lincoln es una empresa dedicada a la producción y comercialización de productos de acero inoxidable, posee experiencia industrial en la transformación de la materia prima, oferta sus productos y brinda un buen servicio al cliente, cuidando del medio ambiente a través de un manejo adecuado de residuos y desperdicios industriales, a cambio de un beneficio económico. (SANTILLÁN, 2012)

3.6 Visión

Lincoln será una empresa dedicada la producción y comercialización de productos industriales de acero inoxidable, abarcando el mercado nacional e internacional y seguirse caracterizando por su calidad. (SANTILLÁN, 2012)

3.7 Productos

La empresa Lincoln inició su actividad productiva con la fabricación de cocinas a gas, debido a las necesidades de sus clientes de aquellas épocas. Luego de unos años decide incursionar en la fabricación de varios productos, tales como:

- Hornos
- Brosterizadoras
- Freidoras de papas
- Peladoras de papas
- Asaderos de pollo
- Batidoras industriales
- Molinos para carne y embutidos
- Licuadoras industriales
- Dispensadoras de jugo
- Entre otros

En el ANEXO A se visualizan algunos de los productos que la empresa produce.

Los productos que diseña y fabrica la empresa, son utilizados por las personas que desean incursionar en el área de la industria gastronómica y alimenticia, como: panaderías, restaurantes, etc.

Las cocinas a gas se fabricaban para dos sectores, para el sector industrial y para el sector doméstico. Actualmente la empresa se enfrenta a un gran reto con la introducción de las cocinas de inducción por parte del gobierno. Este cambio ha

disminuido la fabricación de cocinas a gas, especialmente las cocinas domésticas. Sin embargo la empresa se mantiene solida es sus dos productos estrella, como son las cocinas industriales y hornos a gas. (SANTILLÁN, 2014)

3.7.1 *Características de los productos.* Debido a que la empresa Lincoln desarrolla su producción bajo pedidos, su actividad productiva va orientada a la fabricación de cocinas y hornos a gas por su mayor demanda. (SANTILLÁN, 2014)

Las cocinas y hornos industriales son diseñados por la propia empresa acorde a los requerimientos de sus clientes. Estos productos poseen las siguientes características:

3.7.1.1 *Cocina industrial:*

Tabla 8. Características de la cocina industrial Lincoln

Cocina industrial Lincoln	
	
Nombre:	Cocina industrial
Marca:	Lincoln
Dimensiones:	(560*1170*770)mm
Material:	Acero inoxidable
Elementos:	Parrilla, 3 quemadores, 3 válvulas de gas

Fuente: Autor

3.7.1.2 Horno industrial:

Tabla 9. Características del horno industrial Lincoln

Horno industrial Lincoln	
	
Nombre:	Horno industrial
Marca:	Lincoln
Dimensiones:	(550*560*1200)mm
Material:	Acero inoxidable
Elementos:	Válvula de gas

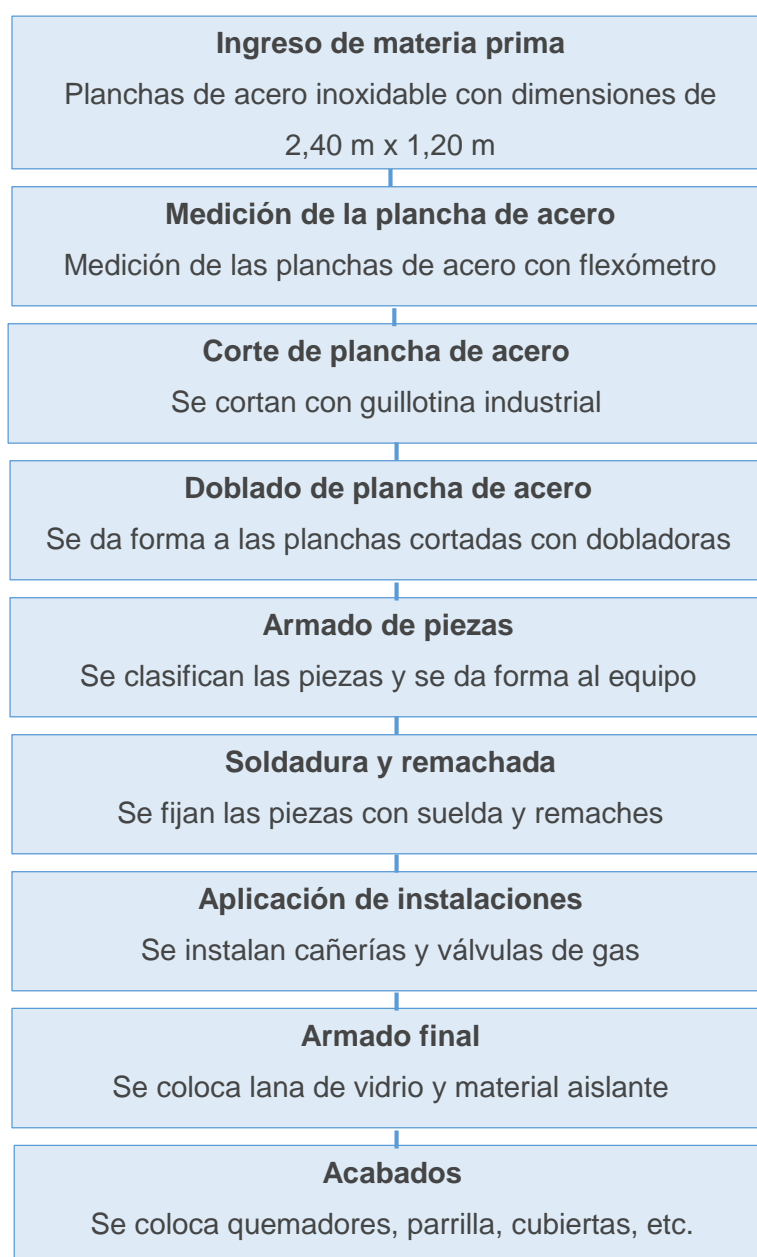
Fuente: Autor

3.8 Análisis de la producción

3.8.1 Descripción general del proceso. La elaboración de los productos se realiza bajo un proceso de producción semejante, pues en lo único que se diferencian estos productos, es en el tiempo de fabricación, debido a que los complejos se demoran más y los sencillos menos.

A continuación se visualiza el flujograma del proceso general de elaboración de los productos.

Figura 11. Proceso general de elaboración de los productos



Fuente: SANTILLÁN Salomón. Estatutos de la empresa Lincoln

3.8.2 Planificación y control de la producción. La planificación de la producción se desarrolla de forma intermitente, es decir, de acuerdo al pedido de sus clientes. El gerente general recepta los pedidos con los respectivos requerimientos de diseño del equipo, luego esta petición es enviada al jefe de producción para que ponga en marcha la fabricación del equipo. El análisis de los recursos necesarios para la producción lo realiza el gerente general, teniendo en cuenta las oportunidades de precio de las materias primas e insumos en el mercado.

El control de la producción inicia con el ingreso de la materia prima, la misma que es medida con un flexómetro para obtener dimensiones de (2,40*1,20)m antes de ingresar a la planta de producción. El gerente general y el jefe de producción supervisan y controlan la fabricación de los equipos durante y al finalizar el proceso productivo. Esta supervisión y control se basa en la visualización de fallos en soldadura, remachado e instalación de elementos que componen el equipo final.

3.8.3 Puestos de trabajo. Con la finalidad de desarrollar su producción de mejor manera, la empresa Lincoln ha dividido y organizado su proceso productivo en puestos de trabajo de acuerdo a su necesidad y comodidad. A continuación se especifican los puestos de trabajos de la planta:

3.8.3.1 Medición. Después del ingreso de la materia prima e insumos, se realiza la medición y rayado de las planchas, barras y ángulos con un flexómetro. El operario realiza trazos de corte y de doblado en las planchas de acero. Mientras que en las barras realiza sólo trazos de corte.

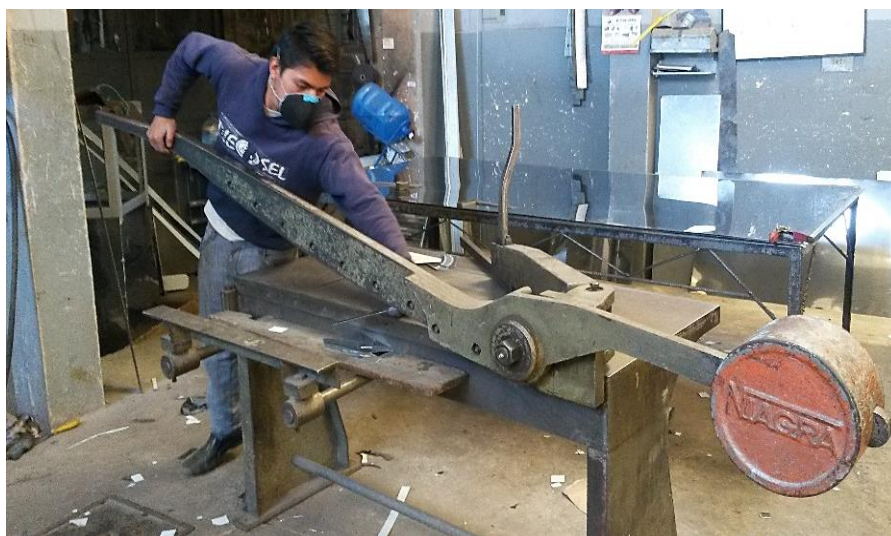
Figura 12. Mesa de medición



Fuente: Autor

3.8.3.2 Corte. En esta área se realiza el corte de las planchas de acero a las medidas trazadas para obtener las piezas de la carcasa del equipo. Para esta actividad se utiliza una guillotina industrial.

Figura 13. Guillotina industrial



Fuente: Autor

3.8.3.3 Doblado. En esta área se doblan las piezas de la carcasa según las medidas trazadas. Para doblar las piezas de acero se usan dobladoras industriales, las mismas que son operadas de forma manual.

Figura 14. Dobladora industrial



Fuente: Autor

3.8.3.4 Armado. En estas áreas se clasifican las carcasas, ángulos y barras, para luego ser armadas y dar forma al equipo. En las figuras 15 y 16 se visualiza el “área de armado y acabados” y “Mesa de armado” respectivamente.

Figura 15. Área de armado y acabados



Fuente: Autor

Figura 16. Mesa de armado



Fuente: Autor

3.8.3.5 Soldadura y remachado. Las actividades de soldadura y remachado se realizan en las áreas de armado, gracias a la movilidad de sus equipos. Para esta actividad se usan soldadoras eléctricas y MIG para unir las piezas y partes que conforman el equipo.

Figura 17. Proceso de soldadura MIG



Fuente: Autor

3.8.3.6 Pintura. En esta área se pintan ciertas partes de los hornos y en algunos casos las cocinas según el requerimiento de diseño del cliente. Para pintar se utilizan compresores.

Figura 18. Área de pintura



Fuente: Autor

3.8.3.7 Acabados. En esta área se aplican cañerías, válvulas de gas, material aislante y fibra de vidrio al equipo para proteger el equipo, además se colocan los elementos que componen al equipo, tales como quemadores y parrillas, ver figura 15.

3.8.4 Materia Prima. Para la fabricación de cocinas y hornos se usa como materia prima la plancha de acero inoxidable de 0,6 mm de espesor. Estas planchas de acero inoxidable son proporcionadas por PROMESA de la ciudad de Guayaquil a diferentes

dimensiones. Además de la materia prima se utilizan otros materiales y elementos que dependen del equipo a fabricarse, los mismos que se detallan a continuación:

- Angulo de acero inoxidable 1,5 mm espesor.
- Angulo estructural A36 de 1,5 mm de espesor
- Barras cuadradas A36 de 10, 15 y 20 mm de espesor
- Cañerías de hierro gris
- Válvulas de gas
- Quemadores

3.8.5 Maquinaria y equipo:

Tabla 10. Maquinaria y equipo.

Máquina / Equipo	Código
Cizalla manual	CM-1
Sierra Eléctrica sin fin LINCOLN ELECTRIC BMT 720	SE-1
Compresor GUEG. Motor 1HP	CP-1
Compresor GUEG. Motor 2HP	CP-2
Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII. 1 Ton	DM-1
Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII. 2 Ton	DM-2
Guillotina industrial NIAGRA. 0,8 Ton	GI-08
Prensa manual E.I. 2 Ton	PM-2
Soldadora MIG MILLER. 200 A/18 V	SD-1
Soldadora MIG LINCOLN ELECTRIC. Modelo MIG WELO 260-D. 165 A.	SD-2
Soldadora eléctrica LINCOLN ELECTRIC. Modelo AC225. 225 A x3	SD-3
Taladro de pedestal JACOB DRILL PRESS. Motor 1/3 HP x3	TL-03
Torno paralelo CENTRAL MACHINEY. Motor 1/2 HP	TP-02
Torno paralelo DASHIN. Modelo P4. Motor 2HP	TP-2
Torno paralelo STARBEST. Motor 1/3 HP	TP-03
Torno paralelo TIDA. Modelo TD-5AA. Motor 1HP	TP-1
Troqueladora MONTERO. Modelo DELTON DFSB-4. Motor 1 HP	TR-1

Fuente: Autor

En la Tabla 10 se detallan todas las máquinas y equipos con los que cuenta la empresa para desarrollar su actividad productiva, estas a su vez se encuentran codificados para que su identificación en los diagramas de recorrido y distribución de planta sean más fácil.

Debido al cambio de producción, la cual se ha enfocado en la fabricación de cocinas y hornos, ciertas máquinas ya no son utilizadas con frecuencia y se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento.

De la Tabla 9, las máquinas y equipos necesarios para la producción de cocinas y hornos industriales son:

- Guillotina industrial NIAGRA
- Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII. 1 Ton
- Soldadora MIG LINCOLN ELECTRIC
- Soldadora eléctrica LINCOLN ELECTRIC
- Troqueladora MONTERO
- Compresor GUEG

Guillotina industrial. Es usada para cortar las planchas de acero inoxidable con gran precisión. A través de la compensación de pesos en el extremo de la cuchilla, hace que sea manejable para el operario, puesto que no tiene ejercer una gran presión para el corte.

Figura 19. Guillotina industrial NIAGRA



Fuente: Autor

Dobladora manual. Realiza la actividad de doblado de las piezas de planchas de acero. Al igual que la guillotina industrial, la dobladora realizar una operación manual, a través de una palanca para ejercer presión sobre la pieza.

Figura 20. Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII



Fuente: Autor

Soldadora MIG. Es usada para realizar la soldadura por puntos de las piezas de la carcasa del equipo que se vaya a elaborar.

Figura 21. Soldadora MIG LINCOLN ELECTRIC



Fuente: Autor

Soldadora eléctrica. Al igual que la soldadora MIG, la soldadora eléctrica realiza puntos de suelta en las barras de la base estructural del horno y en la parrilla de la cocina.

Figura 22. Soldadora eléctrica LINCOLN ELECTRIC



Fuente: Autor

Troqueladora. Se utiliza para poner la descripción de la empresa en los productos, también es usada para hacer los agujeros para las válvulas de gas.

Figura 23. Troqueladora MONTERO



Fuente: Autor

Compresor. Se utiliza como impulsor de aire para un adaptador de pintura, el mismo que realiza la actividad de pintura específicamente en la base estructural del horno.

Figura 24. Compresor GUEG



Fuente: Autor

3.9 Estudio del método de trabajo en la producción

El estudio del método de trabajo se realizó mediante el análisis de cada actividad del proceso productivo de una cocina y un horno industrial. Los diagramas de flujo del proceso tipo material y los diagramas de recorrido fueron desarrollados para cada uno de los productos.

3.9.1 *Diagramas de flujo del proceso.* La fabricación de las cocinas industriales de tres quemadores se lo realiza en menos tiempo en comparación con los hornos industriales. Es así que 3 cocinas pueden ser fabricadas en una semana, mientras que debido a la complejidad del diseño, por semana se fabrican 2 hornos. La fabricación de estos equipos se lleva a cabo en jornadas de trabajo de 8 horas al día, de lunes a viernes y media jornada del sábado. (SANTILLÁN, 2014)

En el ANEXO B se detallan los diagramas de flujo del proceso para la fabricación de una cocina industrial y un horno industrial.

3.9.2 *Diagramas de recorrido.* Para poder visualizar de mejor manera el proceso productivo de la cocina y el horno industrial, se han realizado los diagramas de recorrido de tales productos. Los diagramas de recorrido tienen estricta relación con los diagramas de flujo del proceso.

En el PLANO A se visualiza los diagramas de recorrido de la cocina industrial de tres quemadores y el horno industrial.

3.10 Análisis de la distribución de planta

3.10.1 Relación de puestos de trabajo. En la planta de producción existen varios puestos de trabajo que no forman parte del proceso de producción de las cocinas y los hornos industriales. Debido a esto los puestos de trabajo que si forman parte del proceso productivo se encuentran situados lejanos uno de otros.

En la siguiente tabla se detallan los 12 puestos de trabajo para el proceso de producción de la cocina y horno industrial. Además se le ha asignado a cada puesto un número para poder identificarlo dentro de los hexágonos del diagrama de proximidad.

Tabla 11. Relación actual de los puestos de trabajo

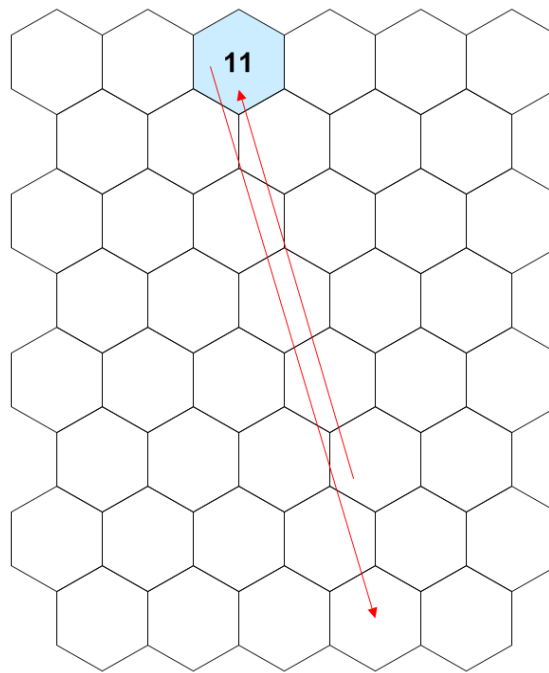
Nº	Máquina y puesto de trabajo	Código
1	Almacenaje de materia prima	AMP
2	Almacenaje de materiales	AM
3	Mesa de medición	MM
4	Guillotina industrial NIAGRA	GI-08
5	Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII	DM-1
6	Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII	DM-2
7	Mesa de amoladora y esmeril	MAE
8	Mesa de armado	MA
9	Área de armado y acabados	AAA
10	Troqueladora MONTERO	TR-1
11	Área de pintura	AP
12	Almacenaje de productos terminados	APT

Fuente: Autor

3.10.2 Diagramas de proximidad. En los diagramas de proximidad se visualiza la interacción de movimientos entre los puestos de trabajo para la producción de las cocinas y hornos industrial. Debido a que el proceso productivo del horno industrial requiere la actividad de pintura, se detallan los diagramas de proximidad tanto de la planta baja, como de la planta alta, ver Figura 25 y 26.

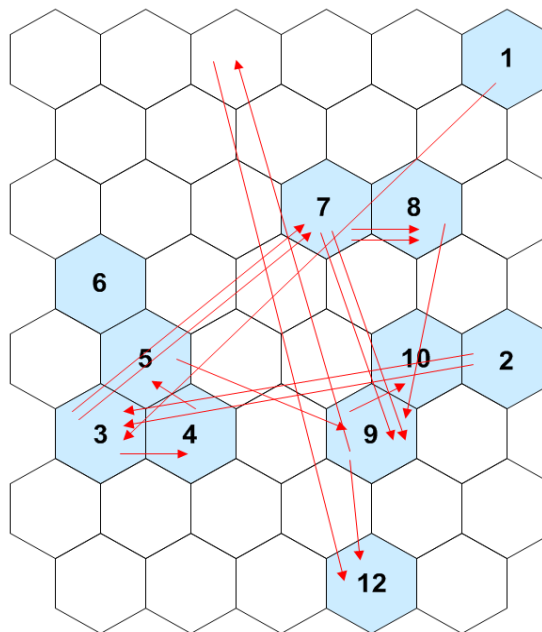
Como se puede visualizar en el diagrama de proximidad de la figura 26, el puesto de trabajo 9 correspondiente al “área de armado y secado” tiene mayor concurrencia, seguido del puesto de trabajo 3 de la “mesa de medición”. Sin embargo estos puestos se encuentra lejanos entre si y en relación a los demás puestos de trabajo.

Figura 25. Diagrama de proximidad de la planta alta



Fuente: Autor

Figura 26. Diagrama de proximidad de la planta baja



Fuente: Autor

3.10.3 Distribución de la planta de producción. Para obtener una mejor perspectiva de la ubicación de los puestos de trabajo y el espacio físico que ocupan, se desarrolló un plano de la planta de producción. Este plano contiene la distribución de las máquinas y puestos de trabajo acotados a escala.

En el PLANO B se visualiza el plano de la distribución de la planta.

3.11 Estudio de tiempos en la producción

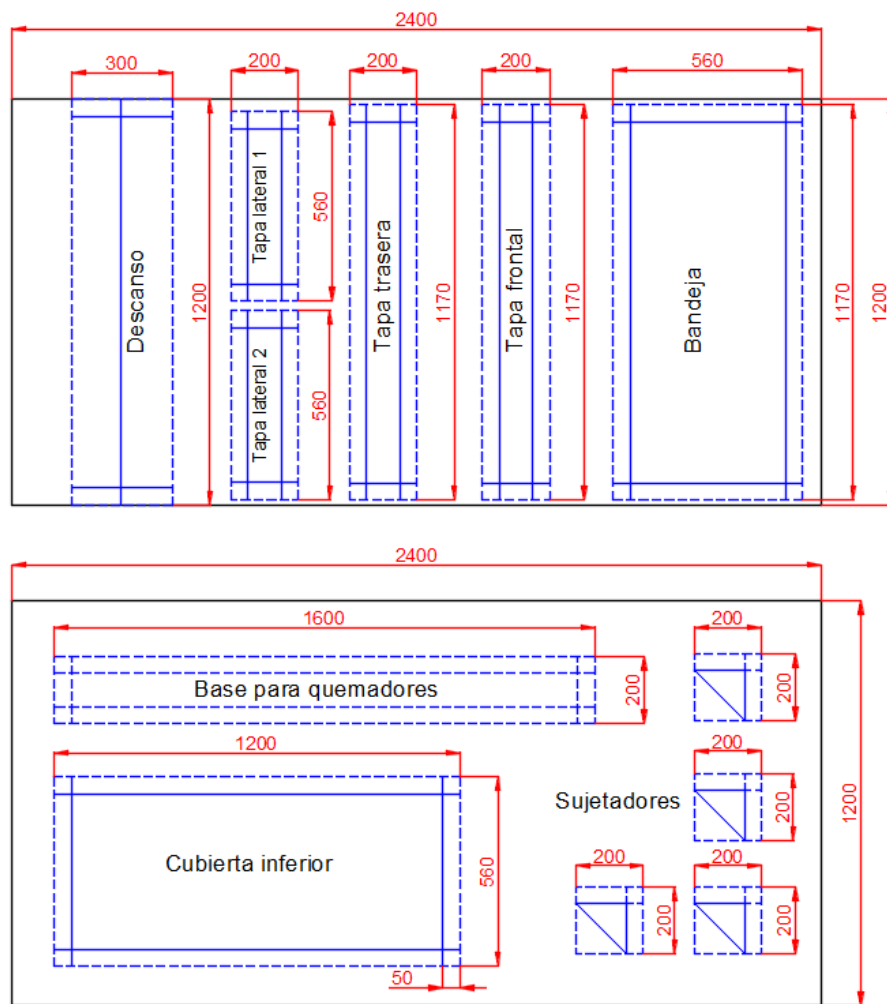
3.11.1 *Análisis del puesto conflictivo.* La producción de cocinas y hornos industriales consta de actividades específicas, tales como: corte, doblado, soldadura, remachado y pintura. Sin embargo la actividad de medición de la plancha de acero requiere de mayor tiempo y dedicación para elaborar las piezas que forman la carcasa según el diseño del equipo.

La actividad de medir se desarrolla en el puesto de trabajo “Mesa de medición”, ver Figura 12. Este puesto de trabajo representa el puesto más conflictivo debido a que la operación de medir toma mucho tiempo y los movimientos del operario no son ergonómicos. El operario debe medir y trazar varias piezas en planchas de acero para obtener el esquema de corte y doblado de la carcasa de cada producto, lo que hace que este realice movimientos como caminar e inclinarse alrededor de la mesa en varias ocasiones. Por tal motivo, se determinará el tiempo tipo de esa actividad para la elaboración de la cocina y el horno industrial.

3.11.2 *Cálculo del tiempo tipo para la medición de la carcasa de la cocina.* Para obtener el tiempo tipo actual será necesario determinar el tiempo medio. Este tiempo se determinará inicialmente con la toma de tiempo de 6 ciclos a cronómetro con el método de lectura continua, para luego aplicar la fórmula de número necesario de observaciones, y obtener el número real de tomas necesaria.

Tiempo medio para la medición de la carcasa de la cocina. Para registrar las lecturas del cronómetro es necesario descomponer la actividad en elementos. Y con la finalidad de obtener una mejor perspectiva de los elementos que se desarrollan en esta actividad, a continuación se ilustra los trazos y se describen las distintas piezas que conforman la carcasa de la cocina.

Figura 27. Trazos de medición para la carcasa de la cocina



Fuente: Autor

En la Figura 27, se puede visualizar que el operario utiliza dos planchas de acero inoxidable para medir y trazar todas las piezas de la carcasa de la cocina. Además se observa las medidas de los trazos de las líneas de corte y de doblado.

A continuación se procede a realizar un simograma, el cual consiste en detallar los elementos de la actividad del puesto de trabajo y registrar sus tiempos en minutos para obtener el tiempo medio de la actividad.

Tabla 12. Simograma para la medición de la carcasa de la cocina

SIMOGRAMA									
Hoja: 1 de 1		Fecha: 2014-10-15							
Operación: Medir y trazar		Operación No: 1							
Nombre de la pieza: Carcasa de cocina		Máquina No:							
Nombre del puesto de trabajo: Mesa de medir		Hombre:			Mujer:				
Nombre del operario:Luis Chicaiza		Material: Acero Inoxidable							
Capataz: Ing. Pablo Santillán		Departamento: Producción			Tiempo real: Minutos				
Elementos			1	2	3	4	5	6	Tiempo Elegido
1. Se dirige hacia la primera plancha de acero	T	0,05	0,07	0,06	0,07	0,04	0,06		0,06
	L	0,07	0,06	0,05	0,07	0,05	0,07		
2. Coge la primera plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	0,06	0,08	0,07	0,08	0,05	0,07		0,07
	L	0,13	0,14	0,12	0,15	0,10	0,14		
3. Mide y traza el contorno de corte de la bandeja	T	10,05	10,06	10,07	10,07	10,05	10,08		10,06
	L	10,18	10,20	10,19	10,22	10,15	10,22		
4. Mide y traza las líneas de doblado de la bandeja	T	9,54	9,54	9,51	9,53	9,52	9,53		9,53
	L	19,72	19,74	19,70	19,75	19,67	19,75		
5. Mide y traza el contorno de corte de la tapa frontal	T	10,14	10,13	10,14	10,14	10,12	10,13		10,13
	L	29,86	29,87	29,84	29,89	29,79	29,88		
6. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa frontal	T	9,32	9,33	9,35	9,34	9,33	9,32		9,33
	L	39,18	39,20	39,19	39,23	39,12	39,20		
7. Mide y traza el contorno de corte de la tapa trasera	T	10,25	10,25	10,28	10,27	10,26	10,28		10,27
	L	49,43	49,45	49,47	49,50	49,38	49,48		
8. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa trasera	T	9,14	9,14	9,08	9,11	9,10	9,09		9,11
	L	58,57	58,59	58,55	58,61	58,48	58,57		
9. Mide y traza el contorno de corte de la tapa lateral 1	T	10,11	10,10	10,11	10,12	10,13	10,10		10,11
	L	68,68	68,69	68,66	68,73	68,61	68,67		
10. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa lateral 1	T	8,36	8,36	8,34	8,35	8,34	8,35		8,35
	L	77,04	77,05	77,00	77,08	76,95	77,02		
11. Mide y traza el contorno de corte de la tapa lateral 2	T	10,45	10,46	10,37	10,40	10,39	10,41		10,41
	L	87,49	87,51	87,37	87,48	87,34	87,43		
12. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa lateral 2	T	8,24	8,23	8,34	8,26	8,28	8,30		8,28
	L	95,73	95,74	95,71	95,74	95,62	95,73		
13. Mide y traza el contorno de corte del descanso	T	10,36	10,37	10,36	10,38	10,39	10,36		10,37
	L	106,09	106,11	106,07	106,12	106,01	106,09		
14. Mide y traza las líneas de doblado del descanso	T	8,21	8,21	8,21	8,20	8,22	8,23		8,21
	L	114,30	114,32	114,28	114,32	114,23	114,32		
15. Se dirige hacia la segunda plancha de acero	T	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,03		0,05
	L	114,35	114,37	114,33	114,38	114,27	114,35		
16. Coge la segunda plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	0,06	0,05	0,06	0,04	0,07	0,06		0,06
	L	114,41	114,42	114,39	114,42	114,34	114,41		
17. Mide y traza el contorno de corte de los 4 sujetadores	T	15,66	15,67	15,66	15,65	15,65	15,66		15,66
	L	130,07	130,09	130,05	130,07	129,99	130,07		
18. Mide y traza las líneas de doblado los 4 sujetadores	T	11,45	11,45	11,45	11,47	11,46	11,47		11,46
	L	141,52	141,54	141,50	141,54	141,45	141,54		
19. Mide y traza el contorno de corte de la base de quemadores	T	10,16	10,16	10,17	10,18	10,19	10,18		10,17
	L	151,68	151,70	151,67	151,72	151,64	151,72		
20. Mide y traza las líneas de doblado de la base de quemadores	T	8,31	8,27	8,29	8,28	8,31	8,27		8,29
	L	159,99	159,97	159,96	160,00	159,95	159,99		
21. Mide y traza el contorno de corte de la cubierta inferior	T	10,26	10,30	10,27	10,29	10,28	10,26		10,28
	L	170,25	170,27	170,23	170,29	170,23	170,25		
22. Mide y traza las líneas de doblado de la cubierta inferior	T	9,26	9,26	9,26	9,24	9,25	9,27		9,26
	L	179,51	179,53	179,49	179,53	179,48	179,52		
Herramientas, Plantillas, Calibres: Flexómetro, regla y rayador						Tiempo medio:		179,51	

Fuente: Autor

Para verificar si el número de tomas de 6 ciclos es suficiente, se extraen los valores máximos y mínimos de las lecturas de cada elemento, para determinar el elemento con mayor variación

Tabla 13. Variación de los elementos de la cocina

Elementos	Máximo	Mínimo	Variación
1	0,07	0,04	0,03
2	0,08	0,05	0,03
3	10,08	10,05	0,03
4	9,54	9,51	0,03
5	10,14	10,12	0,02
6	9,35	9,32	0,03
7	10,28	10,25	0,03
8	9,14	9,08	0,06
9	10,13	10,10	0,03
10	8,36	8,34	0,02
11	10,46	10,37	0,09
12	8,34	8,23	0,11
13	10,39	10,36	0,03
14	8,23	8,20	0,03
15	0,06	0,03	0,03
16	0,07	0,04	0,03
17	15,67	15,65	0,02
18	11,47	11,45	0,02
19	10,19	10,16	0,03
20	8,31	8,27	0,04
21	10,30	10,26	0,04
22	9,27	9,24	0,03

Fuente: Autor

Una vez obtenido el elemento con mayor variación, se calculan las \bar{X} y \bar{X}^2 de las lecturas del elemento para luego remplazarlo en la ecuación 1 de número necesario de observaciones N' , donde $N = 6$ Número de lecturas ya realizadas.

Tabla 14. Lecturas del cronómetro de la cocina

Lecturas individuales del cronómetro en 0,01 de minuto x	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro x^2
8,24	67,90
8,23	67,73
8,34	69,56
8,26	68,23
8,28	68,56
8,30	68,89
49,65	410,86

Fuente: Autor

$$N' = \left[\frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{40 \sqrt{(6)(410,86) - (49,65)^2}}{49,65} \right]^2$$

$$N = 0,024 = 1$$

N=1, determina que el número de tomas realizadas para el puesto de trabajo conflictivo es suficiente, ya se encuentra dentro del rango de número de lecturas realizadas.

Tiempo tipo para la medición de la carcasa de la cocina. Para determinar el tiempo tipo se valoró la operación con “paso 1”, es decir ritmo normal, y se determinó un suplemento total del 9%: 3% por fatiga del trabajador, 1% por retrasos de la materia prima y 5% por necesidades personales. Para realizar estos cálculos se utilizan las ecuaciones 5 y 6.

$$T_{normal} = T_{medio} + \text{Factor Valoración del paso}$$

$$T_{normal} = 179,51 \text{ min} + 1$$

$$T_{normal} = 180,51 \text{ min}$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + \% \text{ suplementos} \times T_{normal}$$

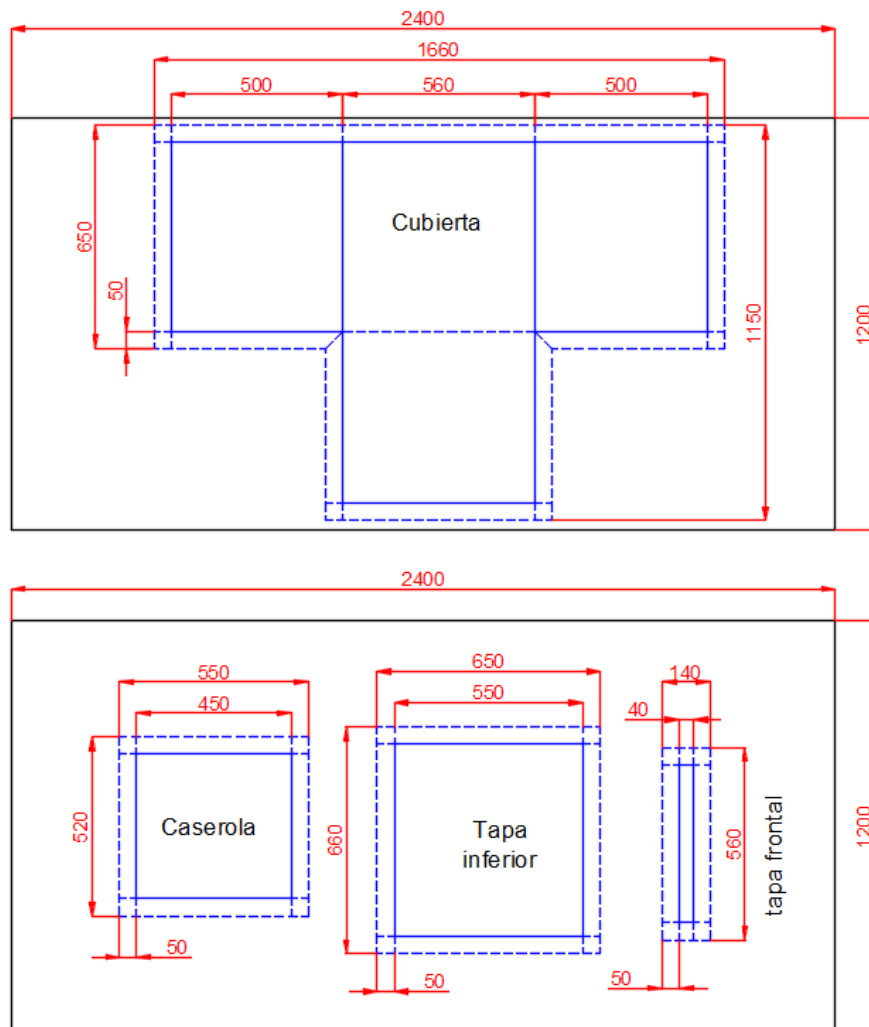
$$T_{tipo} = 180,51 \text{ min} + (0,09 \times 180,51 \text{ min})$$

$$T_{tipo} = 196,76 \text{ min}$$

3.11.3 Cálculo del tiempo tipo para la medición de la carcasa del horno. Para obtener el tiempo tipo actual del horno, se realizará el mismo procedimiento aplicado para la cocina. Se determinará el tiempo medio inicialmente con la toma de tiempo de 8 ciclos a cronómetro con el método de lectura continua, para luego aplicar la fórmula de número necesario de observaciones y obtener el número real de tomas necesarias.

A continuación se ilustran los trazos, líneas de doblado y nombres de las piezas que conforman la carcasa del horno, teniendo presente que para esta actividad, el operario utiliza dos planchas de acero inoxidable.

Figura 28. Trazos de medición para la carcasa del horno



Fuente: Autor

Luego de visualizar los trazos, doblados y nombres de las piezas, se realiza el simograma correspondiente a esta actividad, en el cual se detallan los elementos de la actividad del puesto de trabajo y se registran sus tiempos en minutos para obtener el tiempo medio de la actividad, ver Tabla 15.

Una vez obtenido el tiempo medio de la actividad se determinan las variaciones de los elementos en función al tiempo, ver tabla 16.

A continuación se calcula el número de ciclos a cronometrarse a través de la fórmula de número necesario de observaciones respectivamente, para esto es necesario determinar \bar{X} y \bar{X}^2 de las lecturas individuales del cronómetro, ver Tabla 17.

Tabla 15. Simograma para la medición de la carcasa del horno

SIMOGRAMA										
Hoja: 1 de 1	Fecha: 2014-10-15									
Operación: Medir y trazar	Operación No: 1									
Nombre de la pieza: Carcasa del horno	Máquina No:									
Nombre del puesto de tr.: Mesa de medir	Hombre:				Mujer:					
Nombre del operario: Luis Chicaiza	Material: Acero Inoxidable									
Capataz: Ing. Pablo Santillán	Departamento: Producción				Tiempo real: Minutos					
Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	Tiempo Elegido
1. Se dirige hacia la primera plancha de acero	T	0,05	0,06	0,07	0,07	0,04	0,07	0,05	0,05	0,06
	L	0,07	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,07	
2. Coge la primera plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	0,06	0,07	0,08	0,08	0,05	0,08	0,06	0,06	0,07
	L	0,13	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	0,11	0,13	
3. Mide y traza el contorno de corte de la cubierta	T	52,13	50,93	52,02	50,97	52,16	52,03	52,04	52,15	51,80
	L	52,26	51,05	52,15	51,10	52,28	52,16	52,15	52,28	
4. Mide y traza las líneas de doblado de la cubierta	T	41,00	38,20	39,17	38,18	40,87	39,38	39,17	40,87	39,61
	L	93,26	89,25	91,32	89,28	93,15	91,54	91,32	93,15	
5. Se dirige hacia la segunda plancha de acero	T	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05
	L	93,30	89,30	91,38	89,33	93,20	91,60	91,38	93,20	
6. Coge la segunda plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	0,06	0,06	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07
	L	93,36	89,36	91,45	89,41	93,26	91,67	91,45	93,26	
7. Mide y traza el contorno de corte de la tapa frontal	T	9,78	9,89	8,90	12,37	9,86	8,89	8,90	9,86	9,81
	L	103,14	99,25	100,35	101,78	103,12	100,56	100,35	103,12	
8. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa frontal	T	8,54	8,11	8,27	10,90	9,44	8,16	8,27	9,44	8,89
	L	111,68	107,36	108,62	112,68	112,56	108,72	108,62	112,56	
9. Mide y traza el contorno de corte de la tapa inferior	T	21,12	18,78	19,94	20,72	20,09	19,64	19,94	20,09	20,04
	L	132,80	126,14	128,56	133,40	132,65	128,36	128,56	132,65	
10. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa inferior	T	20,62	16,54	19,01	19,84	17,82	19,59	19,01	17,82	18,78
	L	153,42	142,68	147,57	153,24	150,47	147,95	147,57	150,47	
11. Mide y traza el contorno de corte de la caserola	T	14,83	14,97	18,28	15,65	17,98	17,18	18,28	17,98	16,89
	L	168,25	157,65	165,85	168,89	168,45	165,13	165,85	168,45	
12. Mide y traza las líneas de doblado de la caserola	T	11,26	11,63	12,30	11,65	10,23	13,99	13,20	12,11	12,05
	L	179,51	169,28	178,15	180,54	178,68	179,12	179,05	180,56	
Herramientas, Plantillas, Calibres: Flexómetro, regla y rayador						Tiempo medio:				178,11

Fuente: Autor

Tabla 16. Variación de los elementos del horno

Elementos	Máximo	Mínimo	Variación
1	0,07	0,04	0,03
2	0,08	0,05	0,03
3	52,13	50,93	1,20
4	41,00	38,18	2,82
5	0,06	0,04	0,02
6	0,08	0,06	0,02
7	12,37	8,89	3,48
8	10,90	8,11	2,79
9	21,12	18,78	2,34
10	20,62	16,54	4,08
11	18,28	14,83	3,45
12	13,99	10,23	3,76

Fuente: Autor

Tabla 17. Lecturas del cronómetro del horno

Lecturas individuales del cronometro en 0,01 de minuto x	Cuadrados de las lecturas individuales del cronómetro x ²
20,62	425,18
16,54	273,57
19,01	361,38
19,84	393,63
17,82	317,55
19,59	383,77
19,01	361,38
17,82	317,55
150,25	2834,01

Fuente: Autor

Una vez obtenido los **X** y **X²** de las lecturas individuales del cronómetro, se procede a aplicar la ecuación 1 para el número de observaciones necesarias, donde N = 8 número de lecturas ya realizadas.

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{N\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N = \left[\frac{40\sqrt{(8)(2834,01) - (150,25)^2}}{150,25} \right]^2$$

$$N = 6,876 = 7$$

N=7, determina que el número de tomas realizadas en el puesto de trabajo conflictivo, es suficiente, ya se encuentra dentro del rango de números de lecturas realizadas

Tiempo tipo para la medición de la carcasa del horno. Para determinar el tiempo tipo se valoró la operación con “paso 1”, es decir ritmo normal, y se determinó un suplemento total del 8%: 2% por fatiga del trabajador, 1% por retrasos de la materia prima y 5% por necesidades personales. Estos cálculos se realizan a través de las ecuaciones 5 y 6.

$$T_{normal} = T_{medio} + \text{Factor Valoración del paso}$$

$$T_{normal} = 178,11 \text{ min} + 1$$

$$T_{normal} = 179,11 \text{ min}$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + \% \text{ suplementos} \times T_{normal}$$

$$T_{tipo} = 179,11 \text{ min} + (0,09 \times 179,11 \text{ min})$$

$$T_{tipo} = 195,23 \text{ min}$$

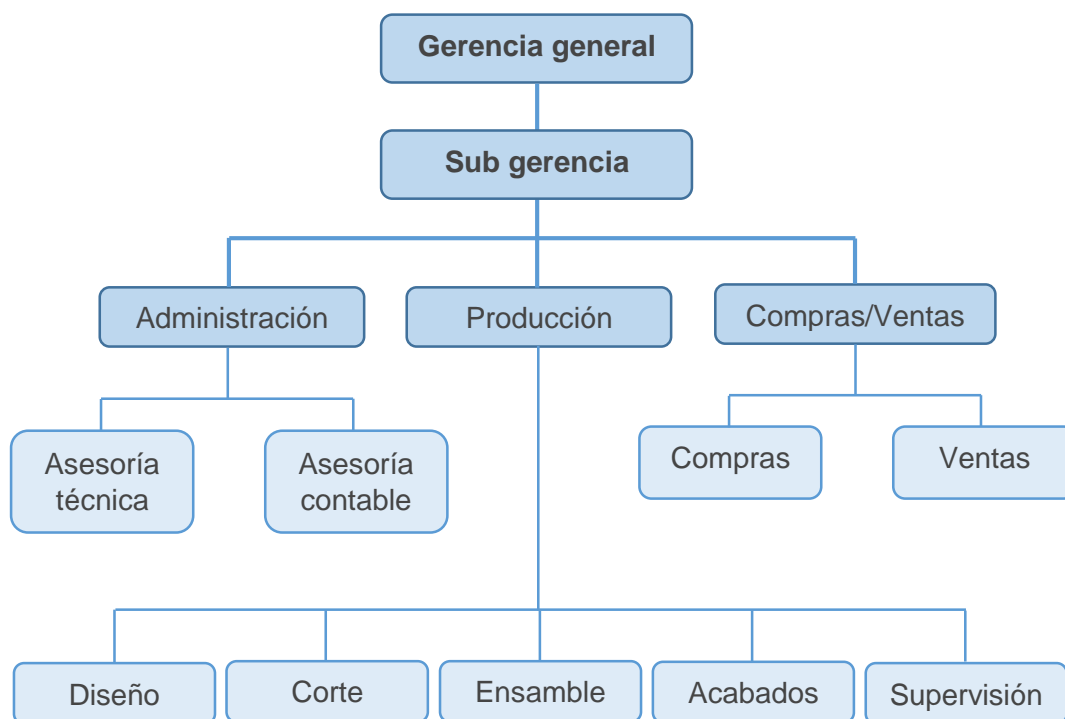
CAPÍTULO IV

4 PROPUESTA DE REORGANIZACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

4.1 Estructura administrativa propuesta

4.1.1 Organigrama administrativo propuesto. Para lograr una mayor eficiencia organizativa en la empresa Lincoln, se implementarán dos departamentos importantes, tales como: Departamento de administración, el cual se encargará de las asesorías técnicas y contables; departamento de compras y ventas, encargado de la compra de materia prima e insumos y de la venta de los productos terminados, además de realizar todo lo relacionado al marketing.

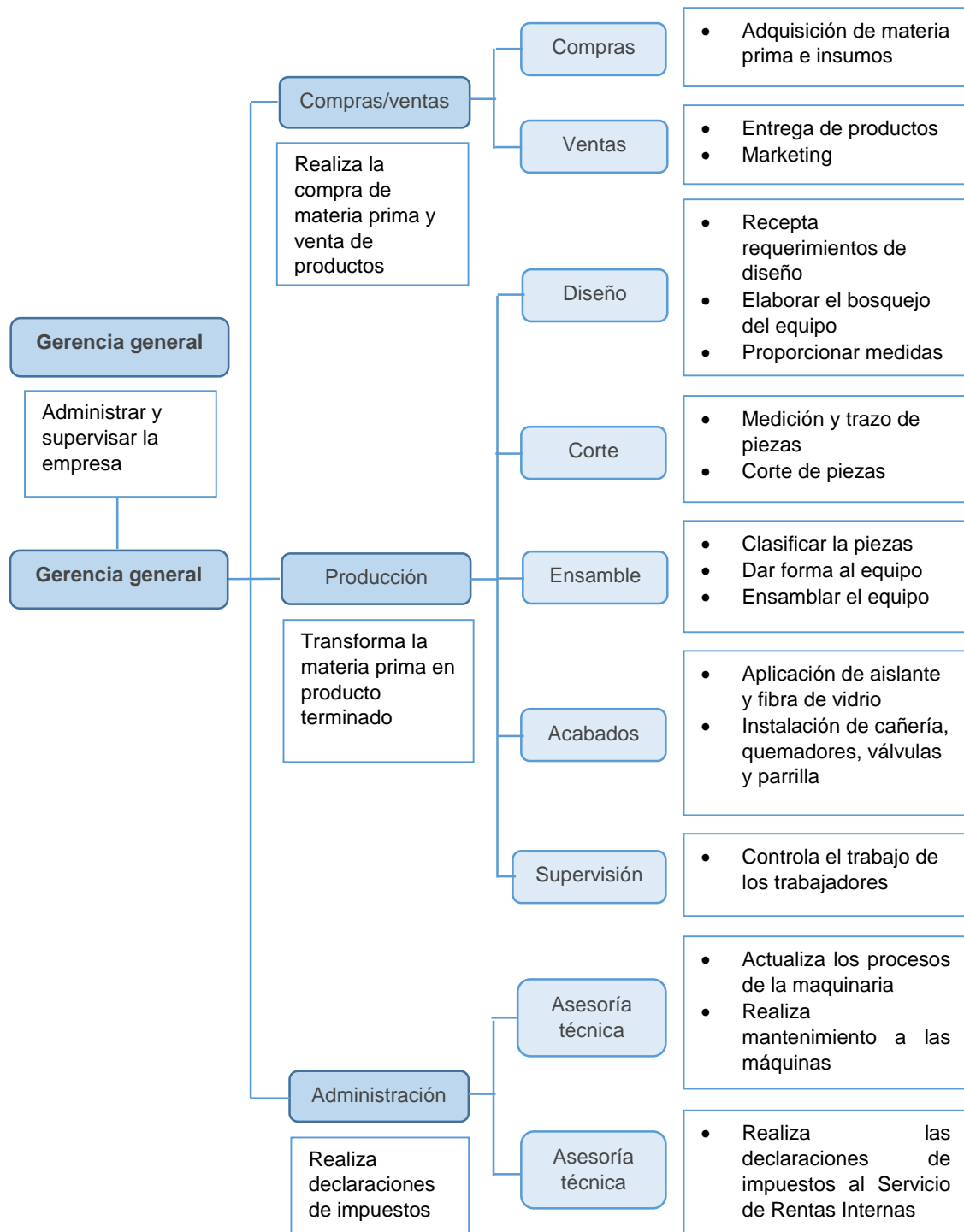
En el departamento de producción se especificará las áreas activas de la producción, esto ayudará a tener una perspectiva clara del proceso productivo de la empresa. En la Figura 29, se visualiza el organigrama administrativo propuesto para la empresa Lincoln.



Fuente: Autor

4.1.2 Organigrama funcional propuesto

Figura 30. Organigrama funcional propuesto de la empresa Lincoln



Fuente: Autor

4.2 Propuesta para el proceso de producción

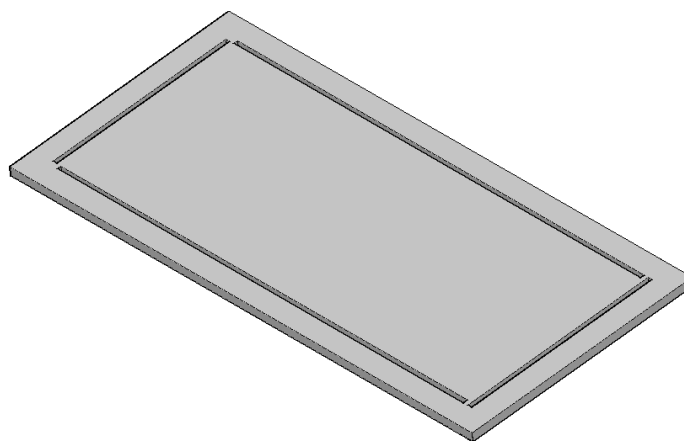
El proceso productivo de la empresa Lincoln se considera aceptable, pues para fabricar las cocinas y hornos industriales, las máquinas están dispuestas una después de otra según su proceso. Sin embargo existen puestos de trabajo y áreas que se encuentran lejanos al proceso, tales como: mesa de armado, mesa de amoladora y esmeril, área de pintura y el área de almacenaje de materia prima. Por tal motivo la propuesta se enfocará en optimizar los transportes del proceso productivo.

4.2.1 *Modificación de la operación de medición de las carcadas de los productos.*

Mediante el estudio de tiempos de la situación actual, se pudo determinar que el puesto de trabajo “Mesa de medición”, ver Figura 12, representa un puesto conflictivo, debido a la demora de la operación de medir y trazar las planchas de acero inoxidable para formar la carcada, lo que además ocasionaba fatiga en el operario. Por tal motivo se realizará la propuesta para su mejoramiento.

La propuesta para este puesto de trabajo consiste en el diseño y fabricación de plantillas de las piezas de la carcada, tanto de la cocina, como del horno. Estas plantillas serán fabricados en aluminio de 2 mm de espesor. Su uso consistirá en colocarlas sobre la planchas de acero inoxidable para trazar sobre su contorno y sus ranuras internas de doblado.

Figura 31. Plantilla de la bandeja de la cocina industrial



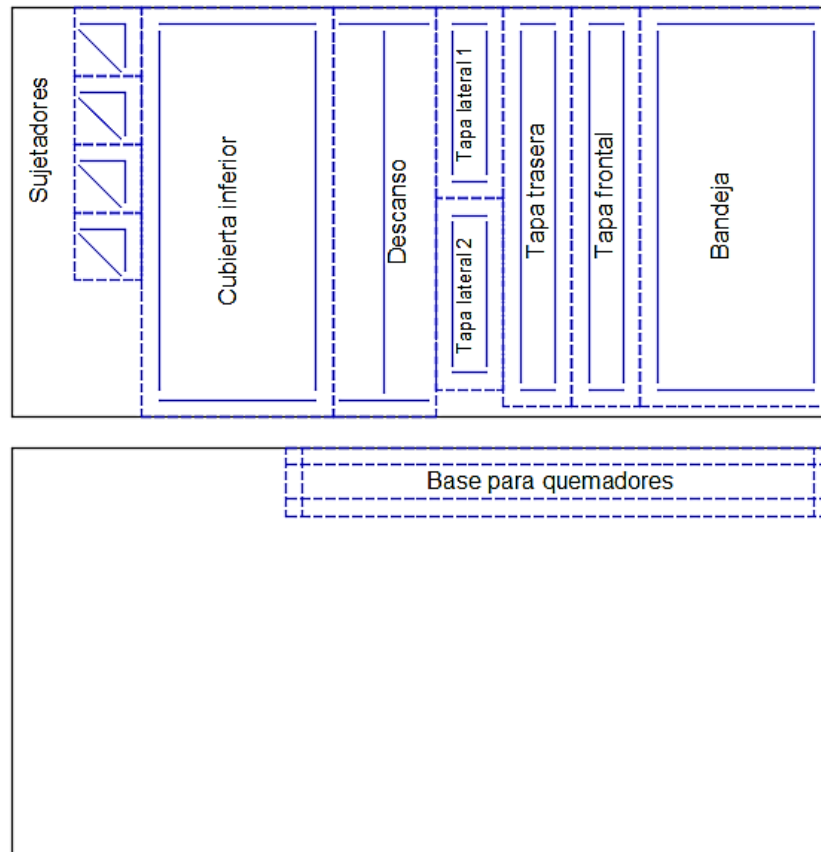
Fuente: Autor

Las plantillas de las piezas de la carcada de la cocina y el horno se muestran en el PLANO C.

La implementación de estas plantillas eliminará el tiempo de la actividad de medir, dejando sólo la actividad de trazo directo. Además al utilizar las plantillas se pretende

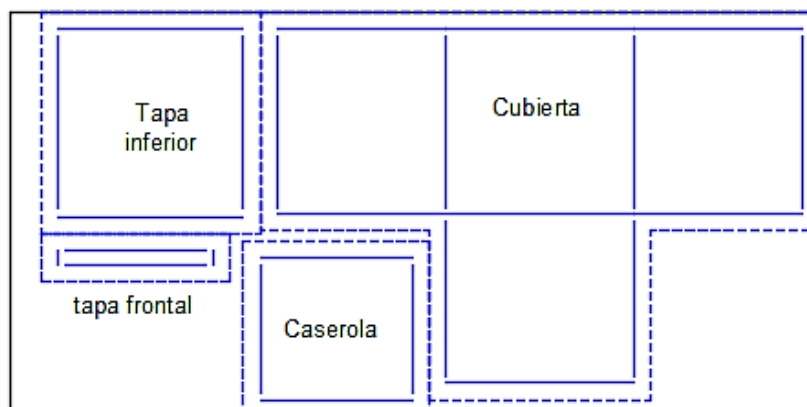
aprovechar al máximo la materia prima, haciendo los trazos más cercados entre piezas sobre las planchas de acero. En las Figuras 32 y 33 se visualiza los trazos de la cocina y el horno industrial realizados con las plantillas propuestas.

Figura 32. Trazos de las piezas de la carcasa de la cocina con plantilla



Fuente: Autor

Figura 33. Trazos de las piezas de la carcasa del horno con plantilla



Fuente: Autor

Como se puede visualizar en las Figuras 32 y 33, el material para la cocina se ha reducido a una plancha y un trazo, y en el horno a una plancha de acero.

4.3 Propuesta de tiempos en la producción

4.3.1 *Propuesta para el puesto conflictivo.* Como se mencionó anteriormente, se modificó el puesto conflictivo “mesa de medición” con la implementación de plantillas de la piezas de la carcasa de cocina y horno. La implementación de estas plantillas eliminará la actividad de medir, dejando solamente las actividades de coger la plancha de acero y trazar. Esto ayudará a reducir el tiempo de la operación y la fatiga laboral del operario.

4.3.2 *Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa de la cocina.* Para determinar el tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa de la cocina, se usarán los tiempos registrados en la situación actual. Estos tiempos serán modificados debido a la eliminación de la actividad de medir por la implementación de las plantillas.

Tiempo medio promedio propuesto para la medición de la carcasa de la cocina. El siguiente simograma detalla los tiempos en segundos, para los elementos de coger y trazar la plancha de acero inoxidable en piezas, ver Tabla 18.

Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa de la cocina. Como se determinó en el estudio de tiempos de la situación actual, la operación se valora con “paso 1”, es decir ritmo normal. El suplemento total es de 8%: 2% por fatiga del trabajador, 1% por retrasos de materia prima y 5 % por necesidades personales. Se usan las ecuaciones 5 y 6.

$$T_{normal} = T_{medio} + \text{Factor Valoración del paso}$$

$$T_{normal} = 207,39 \text{ seg.} + 1$$

$$T_{normal} = 208,39 \text{ seg.}$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + \% \text{ suplementos} \times T_{normal}$$

$$T_{tipo} = 208,39 \text{ seg.} + (0,08 \times 208,39 \text{ seg.})$$

$$T_{tipo} = 225,06 \text{ seg.}$$

Tabla 18. Simograma propuesto para la medición de la carcasa de la cocina

SIMOGRAMA								
Hoja: 1 de 1				Fecha: 2014-10-15				
Operación: Trazar				Operación No: 1				
Nombre de la pieza: Carcasa de cocina				Máquina No:				
Nombre del puesto de trabajo: Mesa de medir				Hombre:		Mujer:		
Nombre del operario: Luis Chicaiza				Material: Acero Inoxidable				
Capataz: Ing. Pablo Santillán				Departamento: Producción			Tiempo real: Segundos	
Elementos		1	2	3	4	5	6	Tiempo Elegido
1. Se dirige hacia la primera plancha de acero	T	5,23	5,48	5,41	5,14	5,17	6,06	5,42
	L	5,23	5,48	5,41	5,14	5,17	6,06	
2. Coge la primera plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	4,56	4,51	4,58	4,18	4,14	5,41	4,56
	L	9,79	9,99	9,99	9,32	9,31	11,47	
3. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la bandeja	T	12,15	12,35	12,87	12,45	12,48	11,97	12,38
	L	21,94	22,34	22,86	21,77	21,79	23,44	
4. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la bandeja	T	9,89	9,87	8,97	8,78	9,40	8,65	9,26
	L	31,83	32,21	31,83	30,55	31,19	32,09	
5. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la tapa frontal	T	8,69	8,34	8,12	8,08	9,08	8,78	8,52
	L	40,52	40,55	39,95	38,63	40,27	40,87	
6. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la tapa frontal	T	6,87	6,57	5,89	5,74	6,48	6,15	6,28
	L	47,39	47,12	45,84	44,37	46,75	47,02	
7. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la tapa trasera	T	9,54	9,87	9,74	9,18	9,04	8,98	9,39
	L	56,93	56,99	55,58	53,55	55,79	56,00	
8. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la tapa trasera	T	7,26	7,37	7,24	7,15	6,89	7,45	7,23
	L	64,19	64,36	62,82	60,70	62,68	63,45	
9. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la tapa lateral 1	T	8,85	8,57	8,78	9,04	9,15	8,87	8,88
	L	73,04	72,93	71,60	69,74	71,83	72,32	
10. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la tapa lateral 1	T	6,76	6,98	6,87	5,87	6,78	5,45	6,45
	L	79,80	79,91	78,47	75,61	78,61	77,77	
11. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la tapa lateral 2	T	9,34	9,45	9,41	8,97	9,43	9,87	9,41
	L	89,14	89,36	87,88	84,58	88,04	87,64	
12. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la tapa lateral 2	T	7,55	7,68	7,15	7,65	6,78	6,94	7,29
	L	96,69	97,04	95,03	92,23	94,82	94,58	
13. Coloca plantilla y traza el contorno de corte del descanso	T	9,26	9,05	9,31	8,48	9,47	8,99	9,09
	L	105,95	106,09	104,34	100,71	104,29	103,57	
14. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado del descanso	T	5,86	5,98	5,09	5,04	5,45	4,85	5,38
	L	111,81	112,07	109,43	105,75	109,74	108,42	
15. Se dirige hacia la segunda plancha de acero	T	4,34	4,38	3,98	3,96	4,45	4,38	4,25
	L	116,15	116,45	113,41	109,71	114,19	112,80	
16. Coge la segunda plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	5,12	5,15	5,01	4,98	4,96	5,06	5,05
	L	121,27	121,60	118,42	114,69	119,15	117,86	
17. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de los 4 sujetadores	T	29,48	29,54	28,85	28,64	28,94	28,10	28,93
	L	150,75	151,14	147,27	143,33	148,09	145,96	
18. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado los 4 sujetadores	T	21,48	21,54	20,89	20,96	21,08	21,15	21,18
	L	172,23	172,68	168,16	164,29	169,17	167,11	
19. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la base de quemadores	T	9,13	9,03	8,86	8,58	8,78	9,15	8,92
	L	181,36	181,71	177,02	172,87	177,95	176,26	
20. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la base de quemadores	T	7,54	7,12	6,85	6,91	6,88	7,62	7,15
	L	188,90	188,83	183,87	179,78	184,83	183,88	
21. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la cubierta inferior	T	12,87	12,54	11,68	11,72	12,45	12,15	12,24
	L	201,77	201,37	195,55	191,50	197,28	196,03	
22. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la cubierta inferior	T	10,25	10,15	9,98	10,10	10,20	10,13	10,14
	L	212,02	211,52	205,53	201,60	207,48	206,16	
Herramientas, Plantillas, Calibres: Flexómetro, regla y rayador							Tiempo medio:	207,39

Fuente: Autor

4.3.3 *Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa del horno.* Para determinar el tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa del horno, se toman los tiempos registrados para el horno en la situación actual.

Tiempo medio promedio propuesto para la medición de la carcasa del horno. El simograma de la Tabla 19, detalla los tiempos en segundos, para los elementos de coger y trazar la plancha de acero inoxidable en piezas. Estos tiempos serán modificados debido a eliminación de la actividad de medir.

Tiempo tipo propuesto para la medición de la carcasa del horno. La operación se valora a ritmo normal con “paso 1”. El suplemento total es de 8%: 2% por fatiga del trabajador, 1% por retrasos de materia prima y 5 % por necesidades personales. Para el cálculo se utilizan las ecuaciones 5 y 6.

$$T_{normal} = T_{medio} + \text{Factor Valoración del paso}$$

$$T_{normal} = 139,72 \text{ seg.} + 1$$

$$T_{normal} = 140,72 \text{ seg.}$$

$$T_{tipo} = T_{normal} + \% \text{sup lementos} \times T_{normal}$$

$$T_{tipo} = 140,72 \text{ seg.} + (0,08 \times 140,72 \text{ seg.})$$

$$T_{tipo} = 151,98 \text{ seg.}$$

Tabla 19. Simograma propuesto para la medición de la carcasa del horno

SIMOGRAMA										
Hoja: 1 de 1	Fecha: 2014-10-15									
Operación: Medir y trazar	Operación No: 1									
Nombre de la pieza: Carcasa del horno	Máquina No:									
Nombre del puesto de tr.: Mesa de medir	Hombre:				Mujer:					
Nombre del operario:Luis Chicaiza	Material: Acero Inoxidable									
Capataz: Ing. Pablo Santillán	Departamento: Producción				Tiempo real: Segundos					
Elementos		1	2	3	4	5	6	7	8	Tiempo Elegido
1. Se dirige hacia la primera plancha de acero	T	4,68	4,71	4,54	4,21	3,98	4,47	4,65	5,02	4,53
	L	4,68	4,71	4,54	4,21	3,98	4,47	4,65	5,02	
2. Coge la primera plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	5,28	5,38	5,97	5,02	4,97	5,41	5,18	5,74	5,37
	L	9,96	10,09	10,51	9,23	8,95	9,88	9,83	10,76	
3. Coloca plantilla y traza el contorno de corte de la cubierta	T	27,63	27,47	27,75	27,14	27,06	26,98	27,41	27,64	27,39
	L	37,59	37,56	38,26	36,37	36,01	36,86	37,24	38,40	
4. Coloca plantilla y traza las líneas de doblado de la cubierta	T	28,85	28,87	28,45	28,67	28,41	28,49	29,11	27,43	28,54
	L	66,44	66,43	66,71	65,04	64,42	65,35	66,35	65,83	
5. Se dirige hacia la segunda plancha de acero	T	4,85	4,89	4,85	4,35	4,74	5,03	4,24	4,61	4,70
	L	71,29	71,32	71,56	69,39	69,16	70,38	70,59	70,44	
6. Coge la segunda plancha de acero y la lleva a la mesa de medición	T	5,69	5,57	5,41	5,87	5,38	5,71	6,05	65,43	13,14
	L	76,98	76,89	76,97	75,26	74,54	76,09	76,64	135,87	
7. Mide y traza el contorno de corte de la tapa frontal	T	12,55	12,58	12,49	12,42	12,60	12,65	12,84	13,08	12,65
	L	89,53	89,47	89,46	87,68	87,14	88,74	89,48	148,95	
8. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa frontal	T	10,35	10,38	10,29	10,78	10,35	10,46	10,45	10,67	10,47
	L	99,88	99,85	99,75	98,46	97,49	99,20	99,93	159,62	
9. Mide y traza el contorno de corte de la tapa inferior	T	9,19	9,21	9,34	9,29	9,17	9,68	10,11	10,04	9,50
	L	109,07	109,06	109,09	107,75	106,66	108,88	110,04	169,66	
10. Mide y traza las líneas de doblado de la tapa inferior	T	7,78	7,81	7,45	7,68	7,41	7,12	7,78	8,07	7,64
	L	116,85	116,87	116,54	115,43	114,07	116,00	117,82	177,73	
11. Mide y traza el contorno de corte de la caserola	T	8,87	8,74	8,65	8,14	8,87	9,08	9,13	8,85	8,79
	L	125,72	125,61	125,19	123,57	122,94	125,08	126,95	186,58	
12. Mide y traza las líneas de doblado de la caserola	T	6,98	6,81	7,11	7,32	6,85	6,86	7,15	7,07	7,02
	L	132,70	132,42	132,30	130,89	129,79	131,94	134,10	193,65	
Herramientas, Plantillas, Calibres: Flexómetro, regla y rayador						Tiempo medio:				139,72

Fuente: Autor

4.4 Distribución de planta propuesta

4.4.1 Tipo de fabricación. Lincoln desarrolla un tipo de producción intermitente o bajo pedidos, con una distribución funcional, pues el material es desplazado por los diferentes puestos de trabajo para obtener el producto final. Sin embargo este tipo de distribución requiere más máquinas universales, cuyo costo es bajo, pero con operarios calificados.

4.4.2 Estudio de la distribuciones parciales

Identificación de los productos de mayor demanda. Las cocinas industriales de 3 quemadores y el horno industrial a gas representan los productos de mayor demanda. Sin embargo existen otros productos que son fabricados a menor demanda como brosterizadoras, asaderos de pollo, peladoras de papas, etc. (SANTILLÁN, 2014)

En Tabla 20, se detalla los porcentajes de producción de los productos.

Tabla 20. Porcentaje de producción de los productos

Productos	Producción mensual	Importancia (%)
Cocinas industrial de 3 quemadores	12	75
Horno industrial	8	20
Otros	2	5

Fuente: Autor

Relación de puestos de trabajo. En la Tabla 11 del análisis de la situación actual, se detalla los puestos de trabajos y las máquinas con que están equipados. Debido a que los puestos de trabajo para la producción son ideales, no hay necesidad de cambios.

Tabla de doble entrada. Para elaborar las tablas de doble entrada se tomarán en cuenta los productos de mayor demanda, por lo que se representará a la cocina industrial de 3 quemadores como producto **A** que posee el 75% y al horno industrial como producto **B** que posee el 20% de la producción total. Además para realizar la interacción de los puestos de trabajo se usarán los diagramas de flujo de proceso de la situación actual.

A continuación se detallan las tablas de doble entrada del producto **A** y **B**.

Tabla 21. Movimientos en la fabricación del producto A

A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
7	0	0	2	0	0	0	-	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	1	1	-	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-

Fuente: Autor

Tabla 22. Movimientos en la fabricación del producto B

B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
7	0	0	2	0	0	0	-	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	2	-	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	2	-	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-

Fuente: Autor

Tablas triangulares. Para realizar las tablas triangulares de dos productos, se suman los movimientos en los dos sentidos entre cada dos puestos de trabajo.

A continuación se detallan las tablas triangulares del producto **A** y **B**.

Tabla 23. Tabla triangular del producto A

1												
2			1									
3		2										
4		1										
5		1			2							
6												
7						1						
8		1					1					
9		1										
10												
11												
12												

Fuente: Autor

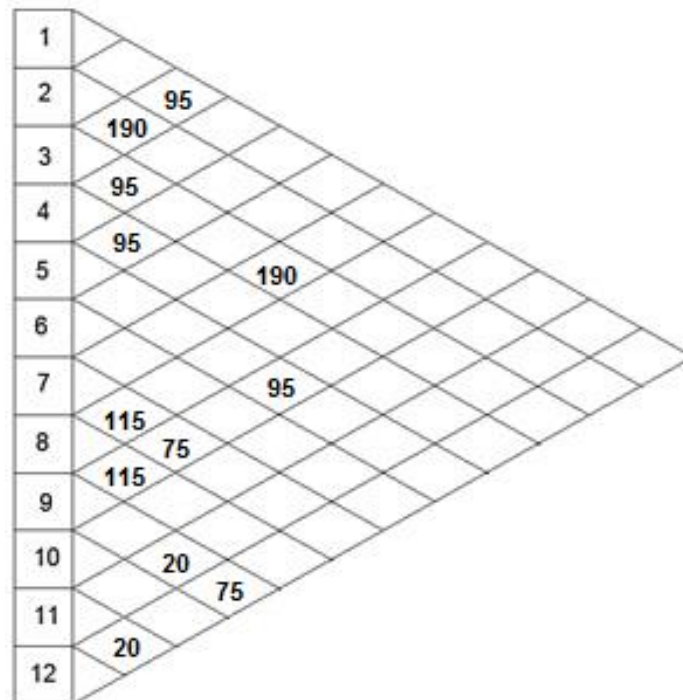
Tabla 24. Tabla triangular del producto B

1												
2			1									
3		2										
4		1										
5		1			2							
6												
7						1						
8		2										
9		2										
10							1					
11												
12												

Fuente: Autor

Tablas triangulares ponderadas. Para realizar las tablas triangulares ponderadas de dos productos, se suman los movimientos ponderados con los porcentajes señalados, entre cada lugar de trabajo para la fabricación de los dos productos. Los valores obtenidos en las tablas triangulares **A** y **B** se multiplican por 0.75 y 0.2 respectivamente. Los valores obtenidos se multiplicaron por un ponderado de 100 para obtener un valor entero en una fabricación de 100 productos.

Tabla 25. Tabla triangular de movimientos ponderados del producto A y B



Fuente: Autor

Resumen de movimientos. Para determinar el puesto con mayor número de relaciones entre los demás puestos, se ordena los movimientos de mayor a menor en forma descendente, ver Tabla 26.

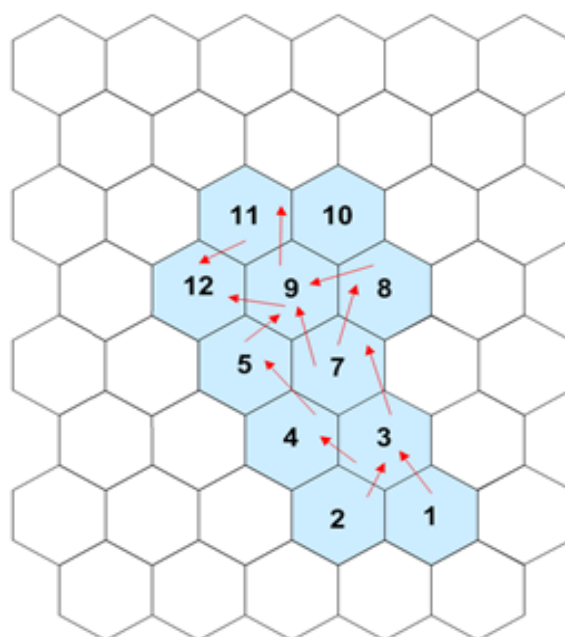
Diagrama de proximidad propuesto teórico. En este diagrama se realiza un planteamiento de la distribución de los puestos de trabajo, empleando hexágonos que representará cada uno un puesto de trabajo. Los puestos de trabajo son ubicados alrededor del puesto con mayor interacción de movimientos. Cabe mencionar que el puesto 6 representa la segunda dobladora que no está en uso, por tal motivo se llevará a bodega. El puesto 10 que representa a la Troqueladora, forma parte del puesto 9 correspondiente al área de armado y acabados, ver Figura 34.

Tabla 26. Resumen de movimientos

Relaciones	Movimientos	%
2-3	190	16,10
3-7	190	16,10
7-8	115	9,74
8-9	115	9,74
1-3	95	8,05
3-4	95	8,05
4-5	95	8,05
5-9	95	8,05
7-9	75	6,36
9-12	75	6,36
9-11	20	1,69
11-12	20	1,69
Total	1180	100

Fuente: Autor

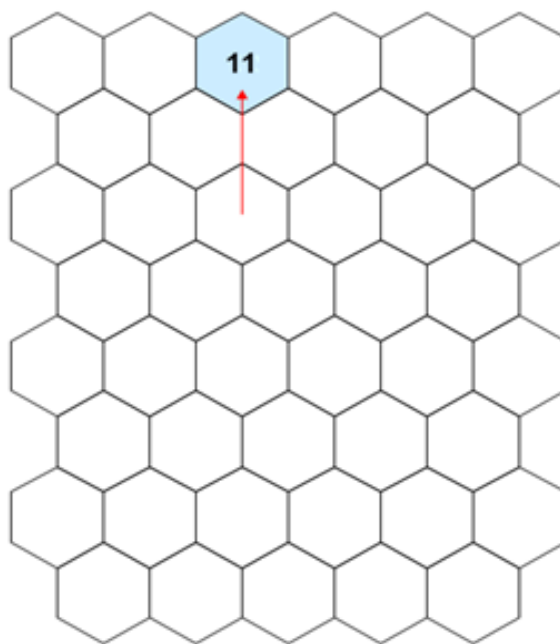
Figura 34. Diagrama de proximidad propuesto teórico



Fuente: Autor

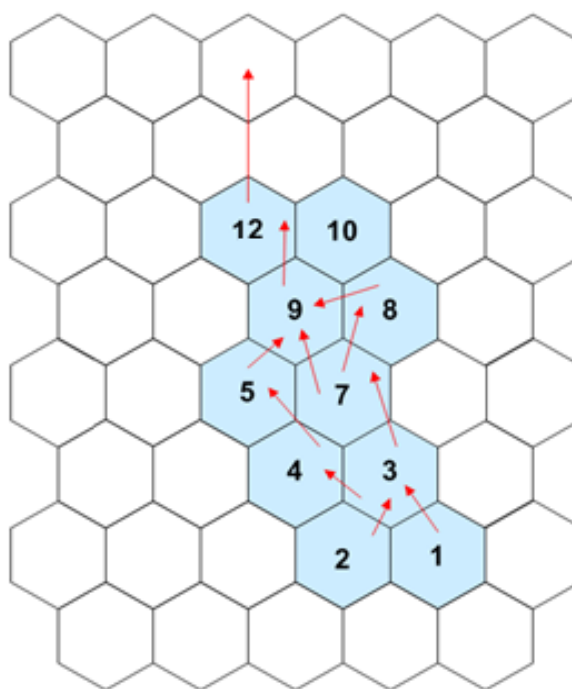
Diagrama de proximidad propuesto real. El proceso productivo del horno industrial requiere la actividad de pintura, esta actividad se realizará en la planta alta para evitar contaminación por el esmalte de la pintura. Por lo cual se detallan los diagramas de proximidad real, tanto de la planta baja, como de la planta alta, ver Figura 35 y 36.

Figura 35. Diagrama de proximidad propuesto real de la planta alta



Fuente: Autor

Figura 36. Diagrama de proximidad propuesto real de la planta baja



Fuente: Autor

4.4.3 Dimensionamiento de áreas por puesto de trabajo y general.

Tabla 27. Área por puestos de trabajos

Máquina	Nº	Dimensiones (m)			Superficie (m ²)	Área del operario	Superficie total (m ²)
		Alto	Ancho	Largo			
Almacenaje de materia prima	1	2,00	3,15	2,85	8,98	0,89	9,87
Almacenaje de materiales	1	4,00	5,25	0,50	2,63	0,89	3,54
Mesa de medición	1	0,80	2,50	1,20	3,00	0,89	3,89
Guillotina industrial NIAGRA	1	1,15	2,70	1,00	2,70	0,89	3,59
Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII DM1	1	1,36	2,70	0,75	2,03	0,89	2,92
Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII DM2	1	1,30	3,00	0,60	1,80	0,89	2,69
Mesa de amoladora y esmeril	1	0,83	1,90	0,94	1,79	0,89	2,68
Mesa de armado	1	0,83	2,75	1,15	3,16	0,89	4,05
Área de armado y acabados	1	4,00	4,37	3,12	13,63	0,89	14,52
Troqueladora MONTERO	1	2,40	1,50	0,60	0,90	0,89	1,79
Área de pintura	1	2,00	8,75	6,22	54,43	0,89	55,32
Almacenaje de productos terminados	1	4,00	4,50	6,85	30,83	0,89	31,72
Total							136,58

Fuente: Autor

Las dimensiones de la planta de producción son de 9,85 m x 31,20 m y 4 m de alto, obteniendo una superficie total de 307,32 m², de esta superficie el 136,58 m² es ocupada para el área de fabricación de los productos de estudio, quedando un área de 170,74 m², la cual servirá para la circulación de operarios y materiales.

4.4.4 Propuesta de la distribución de la planta de producción. En base al estudio realizado sobre distribuciones parciales, se obtiene una distribución final de la planta producción, la misma que detalla la nueva distribución de los puestos de trabajo y sus dimensiones. En el PLANO D se visualiza el plano de la distribución final de la planta

4.5 Análisis de los factores de diseño de la planta

El análisis de los siguientes factores se lo realiza con una proyección a futuro.

Tamaño. La planta de producción cuenta con áreas, puestos de trabajo y maquinarias ya ubicadas. Sin embargo carece de una distribución técnica, por lo cual se pretende

reorganizar los puestos de trabajo de acuerdo a la distribución funcional para una fabricación intermitente a futuro.

Altura requerida de los techos. La planta cuenta con una altura de techos de 4 m con relación al primer piso y de 2 m con relación al segundo piso, lo cual es ideal para las maquinarias y productos terminados que no sobrepasan del 1,5 m.

Cargas por soportar. La empresa fabrica equipos industriales, por ende existen cargas vivas en el área de producción y área de almacenaje, debido a las maquinarias utilizadas para la producción y a los productos terminados. Por lo cual se tomarán los valores de cargas reguladas por el reglamento de construcción urbana. Para talleres mecánicos es de 244 a 976 kg/m² y para bodegas es 976 a 1464 kg/m².

Acceso. El ingreso de materia prima y almacenaje de productos terminados se encuentra ubicado al inicio del proceso productivo, el mismo que se inicia y termina cercano al ingreso de la empresa para evitar movimientos innecesarios de carga de productos terminados y descarga de materiales.

Iluminación. La planta de producción y el almacenaje de productos terminados cuentan con una iluminación natural en el día, a través de zinc traslucidos. En la noche una iluminación artificial a través de focos de luz amarilla.

Ventilación y calefacción. La planta cuenta con ventilación y calefacción natural, debido a que cuenta con una abertura en el techo. El área de pintura está ubicada en el segundo piso de la planta de producción para evitar contaminación en el ambiente para los demás puestos de trabajo.

Número de pisos. La planta de producción es de dos pisos, debido a que esta está instalada sobre un edificio domiciliario. Sin embargo para lograr el máximo aprovechamientos de todo el edificio, se ha colocado el área administrativa y el área de pintura en el segundo piso.

4.6 Análisis de los factores para la distribución de la planta

Flexibilidad máxima. La distribución puede modificarse para afrontar circunstancias cambiantes en la producción. Además el acceso hacia la planta para el abastecimiento de materia prima y carga de productos terminados son amplios.

Coordinación máxima. La distribución está considerada como un conjunto, es por eso que se ha destinado un área amplia en el centro de la planta, para que haya

interacción entre puestos de trabajo, con el traslado de materiales, productos en procesos y productos terminados.

Utilización máxima del volumen. El área de materiales está diseñada en forma de estantería para aprovechar al máximo la altura de 4 m de la planta.

Visibilidad máxima. El área administrativa y la gerencia se encuentran en el segundo piso, el mismo que tiene ventanas con mira hacia el área de producción, lo que ayuda a tener una correcta supervisión de la producción en todo tiempo.

Accesibilidad máxima. La empresa cuenta con puntos de servicios, mantenimiento y bodega al final de la planta de producción, los mismos que son de fácil acceso a través de pasillo del centro de la planta.

Distancia mínima. La distribución funcional propuesta garantiza un correcto aprovechamiento de los espacios, ya que los puestos de trabajos están colocados uno tras de otro según el proceso productivo para evitar movimientos innecesarios.

Manejo mínimo. La distribución propuesta reduce el manejo del trabajo, puesto que las máquinas están colocadas cercanas una de otras a través de todo el proceso productivo.

Seguridad inherente. La planta cuenta con señales de seguridad en sus puestos de trabajo, sin embargo, se debe tomar atención al área de corte, puesto que se utiliza una guillotina manual y esto representa un peligro para el operario. Para una futura producción se hace necesario adquirir un pantógrafo CNC.

Flujo unidireccional. Con la nueva propuesta de distribución. Las rutas de trabajo con los transportes no se cruzan, pues el material fluye en una sola dirección.

4.7 Propuesta del método de trabajo en la producción

La propuesta del método de trabajo se realiza mediante el análisis de las actividades del proceso propuesto para la cocina y horno industrial. Para este análisis se elaboran diagramas de flujo de proceso y diagramas de recorridos basados en la distribución propuesta.

4.7.1 Diagramas de flujo del proceso propuestos. Para la elaboración de los diagramas de flujo de proceso propuestos se considera la mejora del puesto “Mesa de medición” y la nueva distribución de los puestos de trabajo, donde se ha logrado

reducir las distancias que recorre el material, los productos en proceso y productos terminados.

Los diagramas de flujo de proceso propuestos para la fabricación de la cocina de 3 quemadores y el horno industrial se visualizan en el ANEXO C.

4.7.2 *Diagramas de recorrido propuestos.* La elaboración de los diagramas de recorrido propuestos, son elaborados con base en los diagramas de flujo de proceso propuesto. En estos diagramas se puede observar la nueva circulación de los materiales a través del proceso productivo de la cocina de 3 quemadores y el horno industrial, la cual no presenta cruces de movimientos excepto en el movimiento hacia el área de pintura para pintar el horno industrial.

En el PLANO E se visualiza los diagramas de recorrido propuestos de la cocina de 3 quemadores y el horno industrial.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS ECONÓMICO COMPARATIVO

5.1 Costos de producción actual

Mediante el análisis de los diagramas de flujo de proceso de la situación actual. Lincoln produce una cocina industrial de 3 quemadores en un tiempo de fabricación de 46 672,60 segundos = 12 horas 57 minutos 36 segundos y un horno industrial en un tiempo de 69 111,80 segundos = 19 horas 11 minutos 24 segundos. En la siguiente tabla se detalla la producción mensual de la situación actual.

Tabla 28. Producción mensual actual

Producto	Tiempo de producción (c/u)	Producción mensual (160 horas laborables)
Cocina industrial de 3 quemadores	12 h 57min 36 s	12
Horno industrial	19 h 11 min 24 s	8

Fuente: Autor

5.1.1 *Determinación del costo unitario para la producción actual.* Los elementos del costo utilizados para la producción de una cocina y un horno industrial en la situación actual, se detalla a continuación:

Las depreciaciones mensuales se calcularon mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Valor} - 10\% \text{Valor Residual}}{\text{Años Vida Útil}} \quad (17)$$

El cálculo de la depreciación del compresor es:

$$\text{Depreciación del compresor} = \frac{160 - 16}{10}$$

$$\text{Depreciación anual} = \$14,40$$

$$\text{Depreciación mensual} = \frac{14,40}{12}$$

$$\text{Depreciación mensual} = \$1,20$$

Tabla 29. Depreciaciones mensuales

Maquinaria y equipo	Cantidad	Valor total [\$]	Años vida útil	Depreciación mensual [\$]
Compresor GUEG. Motor 1HP	1	160,00	10	1,20
Compresor GUEG. Motor 2HP	1	180,00	10	1,35
Dobladora manual ALLY MOUNTAIN BII. 1 Ton	1	1 600,00	10	12,00
Guillotina industrial NIAGRA. 0,8 Ton	1	550,00	10	4,13
Soldadora MIG MILLER. 200 A/18 V	1	450,00	10	3,38
Soldadora MIG LINCOLN ELECTRIC. Modelo MIG WELO 260-D. 165 A.	1	390,00	10	2,93
Soldadora eléctrica LINCOLN ELECTRIC. Modelo AC225. 225 A	1	340,00	10	2,55
Troqueladora MONTERO. Modelo DELTON DFSB-4. Motor 1 HP	1	890,00	10	6,68

Fuente: Autor

Tabla 30. Materia prima actual de la cocina

Materia prima (cocina)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Plancha de acero inoxidable 2,44 x 22 x 0,6	38,00	2	76,00
Angulo de acero inoxidable	20,00	0,5	10,00
Barras cuadradas A36	8,00	0,5	4,00
Total			90,00

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Tabla 31. Materia prima actual del horno

Materia prima (horno)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Plancha de acero inoxidable 2,44 x 22 x 0,6	38,00	2	76,00
Angulo estructural A36	12,00	1	12,00
Barras cuadradas A36	8,00	1	8,00
Total			96,00

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Tabla 32. Insumos de la cocina

Insumos (cocina)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Tanque de Argón	275,00		3,82
Rollo de alambre para MIG	175,00		2,43
Electrodos E 6011	6,00	1	6,00
Remaches	0,05	20	1,00
Pintura (1 litro)	4,00	1	4,00
Quemadores	12,00	1	12,00
Válvula	3,00	1	3,00
Manguera	2,00	1	2,00
Total			34,25

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Tabla 33. Insumos del horno

Insumos (horno)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Tanque de Argón	275,00		3,82
Rollo de alambre para MIG	175,00		2,43
Electrodos E 6011	6,00	1	6,00
Remaches	0,05	20	1,00
Pintura (1 litro)	4,00	1	4,00
Quemadores	12,00	1	12,00
Válvula	3,00	1	3,00
Vidrio templado	6,00	1	6,00
Manguera	2,00	1	2,00
Total			40,25

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Tabla 34. Sueldos y salarios

Mano de obra	Sueldos [\$]
Gerente	600,00
Jefe de producción	500,00
Operador 1	354,00
Operador 2	354,00
Operador 3	354,00
Operador 4	354,00
Operador 5	354,00
Total	2 870,00

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Estatutos de la empresa Lincoln

Tabla 35. Servicios básicos

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Agua	2,27	50,00
Energía Eléctrica	8,41	185,00
Teléfono	2,95	65,00
Total		300,00

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Los elementos del costo son clasificados como costos fijos y costos variables. Cabe mencionar que estos costos son determinados para una producción mensual de 12 cocinas y 8 hornos.

Tabla 36. Costos fijos actuales

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Servicios Básicos	13,64	300,00
Sueldos	130,45	2 870,00
Depreciaciones	1,55	34,20
Total		3 204,20

Fuente: Autor

Tabla 37. Costos variables actuales de la cocina

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Materia prima	49,09	1 080,00
Insumos	18,68	411,00
Total		1 491,00

Fuente: Autor

Tabla 38. Costos variables actuales del horno

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Materia prima	34,91	768,00
Insumos	14,64	322,00
Total		1 090,00

Fuente: Autor

Para el cálculo de los costos unitarios actuales se divide los costos fijos totales de la Tabla 36, en un 60% para cocinas y 20% para hornos.

Tabla 39. Costo total actual

Detalle	Cocinas	Hornos
Costo Fijo	\$ 1 922,52	\$ 1 281,68
Costo Variable	\$ 1 491,00	\$ 1 090,00
Costo total	\$ 3 413,52	\$ 2 371,68
Unidades producidas/mes	12	8
Costo unitario	\$ 284,46	\$ 296,46

Fuente: Autor

5.1.2 *Cálculo de la utilidad para la producción actual.* Para obtener la utilidad se resta el precio de venta unitario menos el costo unitario de producción.

Tabla 40. Porcentaje de utilidad actual

Detalle	Costo unitario [\$]	Precio de venta unitario [\$]	Utilidad [\$]
Cocinas	284,46	350,00	65,54
Hornos	296,46	380,00	83,54

Fuente: Autor

5.1.3 Punto de equilibrio de la producción actual. Para determinar el punto de equilibrio es necesario calcular las ventas totales mensuales de los dos productos.

Tabla 41. Precio de venta total de la situación actual

Detalle	Precio de venta unitario [\$]	Número de unidades	Venta total [\$]
Cocinas	350,00	12	4 200,00
Hornos	380,00	8	3 040,00

Fuente: Autor

Punto de equilibrio actual de cocinas:

Punto de equilibrio en unidades monetarias (PEM). Para realizar este cálculo se tiene la ecuación 13.

$$PEM = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PV}}$$

$$PEM = \frac{\$1\,922,52}{1 - \frac{\$1\,491,00}{\$4\,200,00}}$$

$$PEM = \$2\,980,65$$

PEM = \$ 2 980,65 refleja los ingresos que cubren los costos y gastos de la producción mensual de 12 cocinas con una utilidad de cero. Sin embargo luego de este valor la empresa empieza a obtener ganancias.

Punto de equilibrio en unidades de ventas (PEV):

$$PEV = \frac{CF}{PV_u - CV_u} \tag{18}$$

$$PEV = \frac{\$1\,922,52}{\$350,00 - (\$1\,491,00/12)}$$

$$PEV = 9 \text{ Unidades}$$

PEV = 9 representa el número de cocinas que se deben vender para poder recuperar la inversión. Sin embargo al vender una cantidad mayor a 9 cocinas, se obtienen ganancias.

Punto de equilibrio actual de hornos:

Punto de equilibrio en unidades monetarias (PEM). Para realizar este resultado se tiene la ecuación 13.

$$PEM = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PV}}$$
$$PEM = \frac{\$1\,281,68}{1 - \frac{\$1\,090,00}{\$3\,040,00}}$$
$$PEM = \$1\,998,11$$

PEM = \$ 1 998,11 refleja los ingresos que cubren los costos y gastos de la producción mensual de 8 hornos con una utilidad de cero.

Punto de equilibrio en unidades de ventas (PEV). Para realizar este cálculo se utiliza la ecuación (18)

$$PEV = \frac{CF}{PV_u - CV_u}$$
$$PEV = \frac{\$1\,281,68}{\$380,00 - (\$1\,090,00 / 8)}$$
$$PEV = 6 \text{ Unidades}$$

PEV = 6 representa el número de hornos que se deben vender para poder recuperar la inversión.

5.2 Costos de producción propuestos

Al analizar los diagramas de flujo de proceso propuestos. Se determina la reducción del tiempo de fabricación de los productos y por ende aumento de la producción. Por lo cual una cocina industrial de 3 quemadores se fabrica en 35 082,06 segundos = 9 horas 44 minutos 24 segundos y un horno industrial en un tiempo de 57 650,98 segundos = 16 horas 00 minutos 36 segundos.

Tabla 42. Producción mensual propuesta

Producto	Tiempo de producción (c/u)	Producción mensual (160 horas laborables)
Cocina industrial de 3 quemadores	9 h 44 min 24 s	17
Horno industrial	16 h 00 min 36 s	10

Fuente: Autor

5.2.1 *Determinación del costo unitario para la producción propuesta.* Con el mejoramiento del puesto de trabajo “Mesa de medir”, la utilización de la materia prima se reduce.

Tabla 43. Materia prima propuesta de la cocina

Materia prima (cocina)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Plancha de acero inoxidable 2,44 x 22 x 0,6	38,00	1,2	45,60
Angulo de acero inoxidable	20,00	0,5	10,00
Barras cuadradas A36	8,00	0,5	4,00
Total			59,60

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Tabla 44. Materia prima propuesta del horno

Materia prima (horno)	Costo [\$]	Cantidad MP/Producto	Costo producto [\$]
Plancha de acero inoxidable 2,44 x 22 x 0,6	38,00	1	38,00
Angulo estructural A36	12,00	1	12,00
Barras cuadradas A36	8,00	1	8,00
Total			58,00

Fuente: SANTILLÁN Salomón. Entrevista

Para determinar el costo variable de los productos, los valores totales de los insumos de la producción actual serán multiplicados para la nueva producción propuesta de 17 cocinas y 10 hornos.

Tabla 45. Costos variables propuestos de la cocina

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Materia prima	46,05	1 013,20
Insumos	24,47	582,25
Total		1 595,20

Fuente: Autor

Tabla 46. Costos variables propuestos del horno

Detalle	Costo día [\$]	Costo mes [\$]
Materia prima	26,36	580,00
Insumos	18,30	402,5
Total		982,50

Fuente: Autor

Finalmente para calcular el costo total para la producción propuesta, se toman los costos fijos de la producción actual y se multiplican para el nuevo porcentaje de producción de 37% para cocinas y 63% para hornos.

Tabla 47. Costo total propuesto

Detalle	Cocinas	Hornos
Costo Fijo	\$ 2 018,65	\$ 1 185,55
Costo Variable	\$ 1 595,45	\$ 982,50
Costo total	\$ 3 614,10	\$ 2 168,05
Unidades producidas/mes	17	10
Costo unitario	\$ 212,59	\$ 216,81

Fuente: Autor

5.2.2 Cálculo de la utilidad para la producción propuesta

Tabla 48. Porcentaje de utilidad propuesta

Detalle	Costo unitario [\$]	Precio de venta unitario [\$]	Utilidad [\$]
Cocinas	212,59	350,00	137,41
Hornos	216,81	380,00	163,20

Fuente: Autor

5.2.3 Punto de equilibrio de la producción propuesta

Tabla 49. Precio de venta total de la propuesta

Detalle	Precio de venta unitario [\$]	Número de unidades	Venta total [\$]
Cocinas	350,00	17	5 950,00
Hornos	380,00	10	3 800,00

Fuente: Autor

Punto de equilibrio propuesto de cocinas:

Punto de equilibrio en unidades monetarias (PEM). Para realizar este cálculo se tiene la ecuación 13.

$$PEM = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PV}}$$

$$PEM = \frac{\$ 2 018,65}{1 - \frac{\$ 1 595,45}{\$ 5 950,00}}$$

$$PEM = \$ 2 758,83$$

Punto de equilibrio en unidades de ventas (PEV). Para este resultado se tiene la ecuación 18.

$$PEV = \frac{CF}{PV_u - CV_u}$$

$$PEV = \frac{\$2\,018,65}{\$350,00 - (\$1\,595,45/17)}$$

$$PEV = 8 \text{ Unidades}$$

Punto de equilibrio propuesto de hornos:

Punto de equilibrio en unidades monetarias (PEM). Para realizar este cálculo se utiliza la ecuación 13.

$$PEM = \frac{CF}{1 - \frac{CV}{PV}}$$

$$PEM = \frac{\$1\,185,55}{1 - \frac{\$982,50}{\$3\,800,00}}$$

$$PEM = \$1\,598,97$$

Punto de equilibrio en unidades de ventas (PEV). Para este cálculo se tiene la ecuación 18.

$$PEV = \frac{CF}{PV_u - CV_u}$$

$$PEV = \frac{\$1\,185,55}{\$380,00 - (\$982,00/10)}$$

$$PEV = 4 \text{ Unidades}$$

5.3 Análisis comparativo de la producción actual y la propuesta.

El análisis se lo realiza para la producción mensual de las cocinas y hornos industrial, con el objetivo de comparar la utilidad que obtiene la empresa con la propuesta.

Tabla 50. Ingresos y utilidad para la producción actual

Producto	Cantidad	PVP [\$]	Ingresos (mes) [\$]	Utilidad (mes) [\$]
Cocina industrial de 3 quemadores	12	350,00	4 200,00	786,48
Horno industrial	8	380,00	3 040,00	668,32
Total			7 240,00	1 454,80

Fuente: Autor

Tabla 51. Ingresos y utilidad para la producción propuesta

Producto	Cantidad	PVP [\$]	Ingresos (mes) [\$]	Utilidad (mes) [\$]
Cocina industrial de 3 quemadores	17	350,00	5 950,00	2 335,97
Horno industrial	10	380,00	3 800,00	1 632,00
Total			9 750,00	3 967,97

Fuente: Autor

En las Tablas 50 y 51 se puede visualizar un incremento del 26% en los ingresos y 63% en la utilidad para la producción propuesta.

5.4 Rentabilidad

Para la producción propuesta se realizó una inversión de \$ 217,82 en la fabricación de las plantillas de aluminio de la cocina y el horno.

El periodo de recuperación de la inversión es:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}} \quad (19)$$

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\$ 217,82}{\$ 3 967,97}$$

$$\text{Periodo de recuperación} = 0,05 \text{ meses} = 2 \text{ días}$$

La rentabilidad de la producción propuesta en relación a la utilidad obtenida por la inversión realizada es:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Inversión}} \times 100\% \quad (20)$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\$ 3 967,97}{\$ 217,82} \times 100\%$$

$$\text{Rentabilidad} = 1 821,67\%$$

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se realizó el análisis de la situación actual de la empresa Lincoln, en el cual se pudo determinar que el proceso productivo debe ser mejorado. Esta mejora radica básicamente en reducir tiempos en la operación de medir la carcasa de los productos y eliminar movimientos innecesarios en el transporte de la materia prima debido a la incorrecta distribución de la planta de producción.

Se propuso la mejora en el puesto de trabajo “Mesa de medir” el más crítico, a través de la elaboración de plantillas de aluminio para que la operación de medir las carcasas se reduzca de 2 h 59 min a 3,46 min para la cocina y de 2 h 58 min a 2,33 min para el horno.

Se realizó el planteamiento de la nueva distribución de la planta, en la cual se puede visualizar una distribución funcional con una gran reducción de transportes, ya que se ha reorganizado los puestos de trabajo según el proceso productivo. En esta distribución se ha dispuesto en bodega las máquinas que no son usadas en el proceso productivo y que están averiadas.

Se realizó la propuesta del método de trabajo a través de los diagramas de flujo de proceso y recorrido, obteniendo un aumento en la producción de 12 a 17 cocinas y de 8 a 10 hornos mensuales. Además de reducir los tiempos de producción de 12 h 57 min 36 s a 09 h 44 min 24 s para la cocina y de 19 h 11 min 24 s a 16 h 00 min 36 s para el horno.

Se analizó los ingresos de la situación actual y la propuesta, teniendo un aumento en los ingresos mensuales de la empresa para la producción de cocinas y hornos de \$ 7 240,00 a \$ 9 750,00, lo que genera una utilidad de \$ 1 454,80 a \$ 3 967,97.

Se determinó que el periodo de recuperación de la inversión para las plantillas de aluminio es de 1 día, teniendo en cuenta el precio de venta actual. Además que la rentabilidad del proyecto es de 1 821,67%.

6.2 Recomendaciones

Aplicar la presente propuesta de reorganización de la planta de producción, para optimizar los tiempos y recursos de la empresa Lincoln.

Elaborar las plantillas de aluminio de las carcas de los productos para reducir el tiempo de la operación de medir, ya que esta actividad genera problemas retrasos en la producción y fatiga en el operario.

Adquirir un pantógrafo CNC para remplazar a la guillotina manual, ya que este representa para el operario un peligro de accidente por mutilación de los dedos.

Capacitar a los trabajadores en temas de seguridad, salud ocupacional e higiene industrial, con la finalidad de evitar accidente de trabajo y enfermedades profesionales, lo que motivará en ellos el realizar sus trabajos de forma segura, responsable y eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, Carlos Javier. 2009. *www.elergonomista.com*. [En línea] 2009. [Citado el: 29 de 07 de 2014.] <http://www.elergonomista.com/dom02.html>.

ARANGO, Biblioteca Luis Ángel. 2007. Biblioteca Luis Ángel Arango. [En línea] 28 de Mayo de 2007. <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ciencias/sena/economia/el-desarrollo-economico-y-la-organizacion-del-trabajo/development3.htm>.

BACA, Gabriel. 2007. *Introducción a la Ingeniería Industrial*. Primera Edición. México : Patria, 2007.

Economia48.com. 2006. La gran Enciclopedia de Economía. [En línea] 2006. <http://www.economia48.com/spa/i/index-p.htm>.

FUERTES, Marcelino. 2013. *Ingeniería de métodos*. Riobamba : Espoch, 2013.

JANANÍA, Camilo. 2008. *Manual de tiempos y movimientos, Ingeniería de métodos*. México : Limusa, 2008.

NIEBLE, Benjamin. 2009. *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. Duodécima. México : Mc Graw Hill, 2009.

POLIMENI, Ralph, y otros. 1994. *Contabilidad de Costos*. Tercera. Bogotá : McGraw-Hill, 1994.

SALAZAR, Bryan. 2011. Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>.

—. **2011.** Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/herramientas-para-el-estudio-de-tiempos/>.

—. **2011.** Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/selecci%C3%B3n-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>.

—. **2011.** Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1culo-del-n%C3%BAmero-de-observaciones/>.

—. **2011.** Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/delimitaci%C3%B3n-y-cronometraje-del-trabajo/>.

—. **2011.** Ingeniería Industrial Online. [En línea] 2011. <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1culo-del-tiempo-est%C3%A1ndar-o-tipo/>.

SANTILLÁN, Pablo. 2014. *Proceso de fabricación*. 4 de Junio de 2014.

SANTILLÁN, Salomón. 2014. *Base legal*. [entrev.] Autor. 4 de Junio de 2014.

—. **2012.** Estatutos de la empresa Lincoln. Riobamba : s.n., 2012.

—. **2014.** *Reseña histórica*. [entrev.] Autor. Riobamba, 4 de Junio de 2014.

—. **2014.** *Tipos de productos*. Riobamba, 4 de Junio de 2014.

SEGURA, Antonio. 2012. Biblioteca de Ingeniería, Universidad de Sevilla. *e-REDING*. [En línea] 2012.
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70169/fichero/CAPITULO+2.pdf>.

VELASCO, Juan. 2007. *Organización de la producción: Distribución en planta y mejora de los métodos y los tiempos*. Madrid : Pirámide, 2007.

WIKIPEDIA. 2014. WIKIPEDIA. [En línea] 22 de Septiembre de 2014.
http://es.wikipedia.org/wiki/Planta_piloto.